

**INSTRUMENTOS FISCALES Y NO FISCALES A LAS  
ENERGIAS RENOVABLES EN CHILE**

Annie Dufey  
Natacha C. Marzolf  
Pablo Ceppi

1.	Introducción .....	3
2.	Breve Descripción del sector eléctrico y de ERNC .....	4
2.1.	Racionalidad tras la promoción de las ERNC en Chile.....	4
2.2.	Descripción general del sector eléctrico.....	6
2.2.1.	Matriz energética primaria.....	6
2.2.2.	La Demanda, Oferta y Matriz Eléctrica.....	6
2.3.	Las ERNC en la matriz eléctrica chilena.....	8
2.4.	La inversión extranjera en las ERNC en Chile.....	10
2.5.	Perspectivas a futuro para las ERNC en Chile .....	11
3.	Los instrumentos e incentivos a las ERNC en Chile.....	14
3.1.	Instrumentos e incentivos a las ERNC .....	14
3.1.1.	Marco legal .....	15
3.1.2.	Instrumentos fiscales de incentivo .....	16
3.1.3.	Cambios Institucionales .....	18
3.1.4.	Cooperación Internacional .....	19
3.1.5.	Mecanismo de Desarrollo Limpio .....	19
3.1.6.	Información.....	20
3.2.	Análisis de los instrumentos legales e incentivos fiscales.....	21
3.2.1.	Instrumentos legales .....	22
3.2.2.	Instrumentos de Incentivo CORFO .....	27
	Fuente: elaboración propia .....	31
4.	Temas clave para un mayor desarrollo de las ERNC en Chile .....	31
4.1.	Las Políticas de Apoyo a las Energías Renovables .....	31
4.2.	Incorporación de externalidades ambientales.....	36
4.3.	Acceso al Financiamiento.....	39
4.4.	Fortalecimiento de capacidades locales.....	41
5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	42
5.1.	Conclusiones.....	42
5.2.	Recomendaciones .....	44
5.2.1.	Recomendaciones Generales .....	44
5.2.2.	Recomendaciones para el BID.....	45
6.	Referencias Bibliográficas .....	45

# 1. Introducción

Chile, como otros países del mundo, en los últimos años decidió promover el desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC). Estas energías, según las define la ley eléctrica chilena, son aquellas que incluyen como fuente de energía primaria a la biomasa, energía de los vientos, la energía hidráulica inferior a 20 MW, geotérmica, solar y de los mares<sup>1</sup>.

La inclusión de las ERNC en la matriz eléctrica por el gobierno chileno se enmarca en el logro de diversos objetivos estratégicos de política entre los que destacan el aumento de la oferta energética, la seguridad energética y el cumplimiento de objetivos ambientales y de equidad.

Con este fin el gobierno chileno ha impulsado una serie de cambios regulatorios e instrumentos de incentivo para promover el desarrollo de las ERNC en el país. Entre las principales acciones gubernamentales para promover el desarrollo de las ERNC en Chile se incluyen instrumentos regulatorios, por ejemplo, la aprobación en 2008 de la Ley 20.257 o Ley Corta III que establece una cuota mínima de ERNC en la matriz – un 5% a partir del 2010 hasta llegar a un 10% en el año 2024 – lo que ejemplifica el incipiente apoyo al desarrollo del sector. También se han desarrollado diversos instrumentos de incentivo para apoyar el desarrollo de las ERNC durante todas las fases de desarrollo de los proyectos.

Si bien es aún una etapa muy temprana para evaluar el impacto de estas acciones, y más aún, para identificar su efecto en forma aislada de otros factores presentes – como son el favorable desarrollo tecnológico presentado por las tecnologías ERNC, el alto precio de los combustibles fósiles de los últimos años y las crecientes preocupaciones globales sobre el cambio climático –, lo que sí es claro, es que el actual ambiente nacional para promover las ERNC en Chile ha sido recibido positivamente por parte del sector privado. Así, a diciembre de 2008 el 2.7% de la capacidad instalada del sistema eléctrico nacional venía explicada por ERNC, básicamente biomasa y seguida en menor medida por mini-hidroelectricidad. Entre 2005 y 2009 prácticamente se habrían duplicado los MW instalados por ERNC en el Sistema Interconectado Central (SIC), con más de 500 MW instalados participando con más del 4% de éste para éste último año. Asimismo, existen más de 1.700 MW de ERNC ingresados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), concentrados en un 79% en eólico, 16% en mini-hidráulico y 4% en biomasa. En la cartera de proyectos ERNC CORFO existen actualmente 211 iniciativas, en distintas fases de desarrollo, concentrados en energía eólica (42%), biomasa (37%) y biomasa (17%).

Por otro lado, también es cierto que sólo un porcentaje muy pequeño de los proyectos en cartera CORFO se ha logrado materializar como un proyecto exitoso y éstos se concentran en torno a la tecnología mini-hidro. De los proyectos eólicos materializados en el país, ellos se tratan básicamente de proyectos vinculados a grandes empresas generadoras y prácticamente ninguno de gran envergadura vinculado a nuevos actores en el mercado.

En este contexto, el presente documento se plantea como un análisis preliminar y cualitativo de los actuales instrumentos – regulatorios y de incentivo - para la promoción de las ERNC en Chile, con el fin de brindar recomendaciones para facilitar un mayor desarrollo futuro del sector en el país así y como sugerir recomendaciones sobre acciones que el BID podría implementar para apalancar dicho desarrollo.

Con este gran objetivo en mente este documento se estructura de la siguiente forma. Luego de esta breve introducción, la sección 2 provee una breve descripción del sector eléctrico nacional, identificando los objetivos de política energética tras promover las ERNC así y como la

---

<sup>1</sup> Ver Ley 20.257, disponible en: [http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/20\\_257\\_1.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/20_257_1.pdf)

importancia actual de las ERNC en la matriz energética nacional y sus perspectivas de desarrollo futuro. La sección 3 se enfoca en la identificación y análisis de los instrumentos regulatorios y de incentivo a las ERNC en Chile. Así, primeramente identifica en forma amplia los distintos tipos de instrumentos e incentivos que existen hoy para promover las ERNC en Chile para luego, en una segunda parte, concentrarse en el análisis de los instrumentos regulatorios y de incentivos. La sección 4 identifica y discute temas clave que se requieren abordar para promover un desarrollo más significativo de las ERNC en Chile, tales como nuevos instrumentos de política para el desarrollo de las ERNC a partir de la experiencia internacional, la necesidad de abordar externalidades ambientales, facilitar acceso al financiamiento para proyectos ERNC y el fortalecimiento de capacidades locales. Finalmente, la sección 5 concluye y provee recomendaciones tanto generales como particulares al BID.

La metodología utilizada para este trabajo incluye una revisión bibliográfica apoyada por entrevistas a distintos actores relevantes del sector público y privado.

## **2. Breve Descripción del sector eléctrico y de ERNC**

### **2.1. Racionalidad tras la promoción de las ERNC en Chile**

En Chile durante los últimos años se han comenzado a dar los primeros pasos para incentivar el desarrollo de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), definidas por la ley chilena como aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales que incluyen como fuente de energía primaria a la biomasa, energía hidráulica inferior a 20 MW, eólica, geotérmica, solar y de los mares<sup>2</sup>.

El apoyo institucional a las ERNC quedó primeramente reflejado en el Plan de Seguridad Energética (2006-2010)<sup>3</sup> cuyos tres ejes estratégicos son:

- Diversificar la matriz (insumos y proveedores);
- Lograr mayor independencia/autonomía y
- Promover un uso eficiente e inteligente de la energía

Más recientemente, en el documento “Política Energética: nuevos lineamientos”<sup>4</sup> de fines de 2008, donde el gobierno de la administración anterior<sup>5</sup> pone de manifiesto la importancia de las ERNC como herramientas de política para el logro de objetivos estratégicos tales como el aumento de la oferta energética, la seguridad energética y el cumplimiento de objetivos ambientales y de equidad.

Se destaca que tanto el Plan de Seguridad Energética como la nueva Política Energética nacieron luego de una profunda reflexión tras la fuerte crisis energética que Chile enfrentara desde 2004. Dicha crisis se explica, por un lado, en las fuertes reducciones en las importaciones de gas argentino –en algunos días por sobre el 90% de los volúmenes contratados (ver Figura 2.1), debido a cortes de suministro desde Argentina, recurso energético en que Chile pasó a depender crecientemente luego de realizar importantes inversiones en numerosos gasoductos para traer gas argentino que se materializaron a partir de la interconexión gasífera que se estableciera entre ambos países a mediados de los 90s. Esta situación de estrechez energética se vio agudizada por alzas en el precio del petróleo y por condiciones de sequía (ver sección 2.2.2 para mayores detalles en este tema).

---

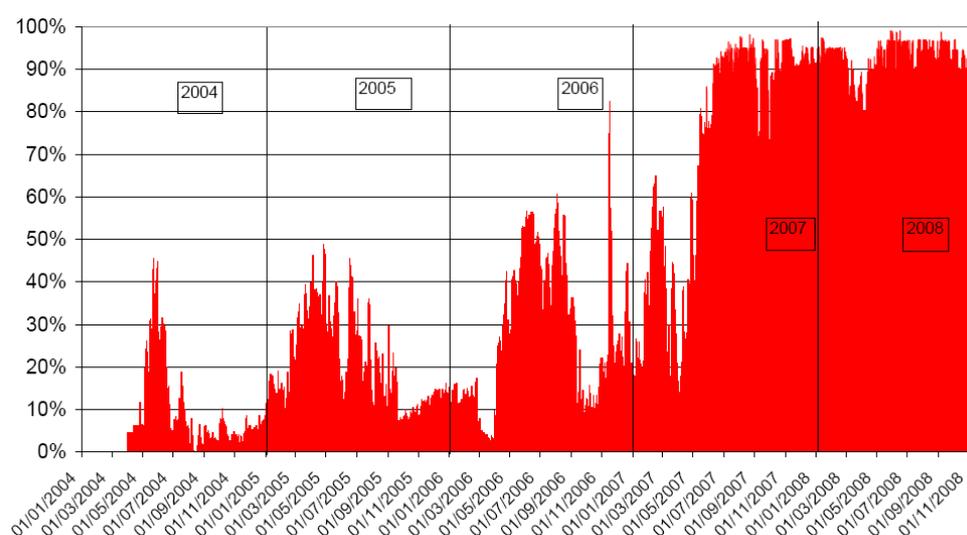
<sup>2</sup> Ver Ley 20.257, disponible en: [http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/20\\_257\\_1.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/20_257_1.pdf)

<sup>3</sup> CNE 2008 “Política Energética: Nuevos Lineamientos” Comisión Nacional de Energía

<sup>4</sup> Ibid

<sup>5</sup> En Diciembre de 2009 hubo elecciones presidenciales en Chile con el nuevo gobierno asumiendo en marzo de 2010.

**Figura 2.1: Restricciones de gas natural desde Argentina (\*)**



Fuente: [http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/restricciones\\_gas/grafico\\_restricciones\\_2004-2008.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/restricciones_gas/grafico_restricciones_2004-2008.pdf)

(\*): como porcentaje de requerimientos normales

En este contexto, el objetivo global perseguido por la nueva política energética quedó establecido como: “*convertir a la crisis actual en una oportunidad de lograr un desarrollo energético suficiente, eficiente, seguro, equitativo y sustentable* (pag 52)”. En efecto, la nueva política energética se fundamenta en un análisis de opciones estratégicas - como la diversificación de fuentes y proveedores, uso de fuentes disponibles, minimización de impactos ambientales, apoyo a la eficiencia energética y desarrollo tecnológico, también mirando la experiencia de otros países. En base a ello se formula una visión sobre la matriz energética de largo plazo que, como el mismo documento reconoce, se plantea como un primer esfuerzo por articular una política pública de largo plazo en el país.

Adicionalmente, es importante destacar que el nuevo gobierno que asume en Marzo de 2010 también ha manifestado su apoyo al desarrollo de las ERNC y plantea una “aspiración” –no una meta concreta- que ellas representen el 20% de la matriz eléctrica al año 2020.<sup>6</sup>

Con todo, al igual que en otros países del mundo, la promoción de las ERNC en Chile busca perseguir diversos objetivos de política. No obstante, en otros países, en forma adicional a los objetivos de política ya mencionados para Chile, la promoción de las energías renovables también se enmarca en el logro de otros objetivos estratégicos tales como generación de empleo de calidad vinculado al desarrollo tecnológico e industrial, y últimamente en la llamada “*Green Recovery*” - como forma de abordar los efectos de la reciente crisis financiera y económica internacional.

---

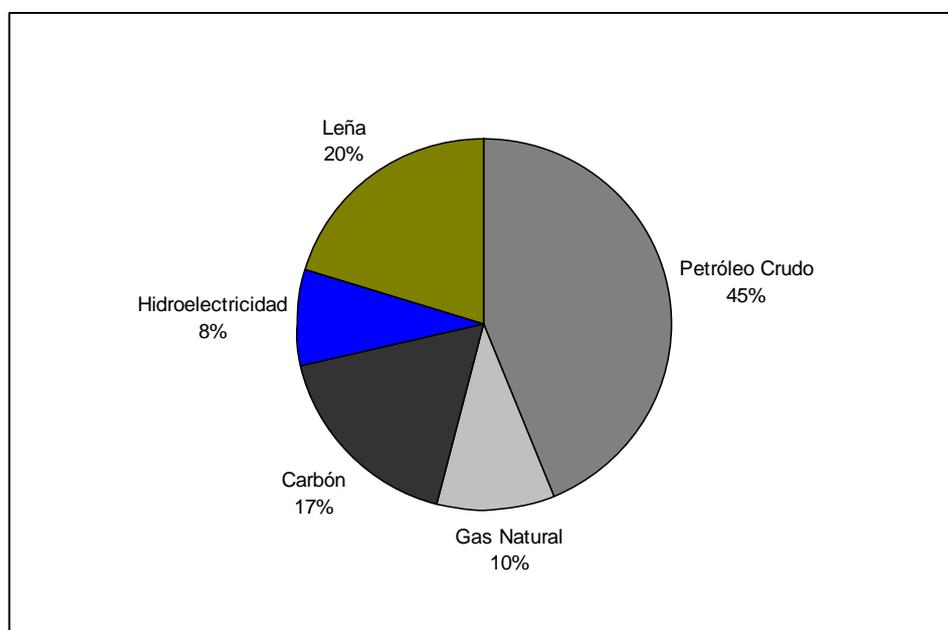
<sup>6</sup> Ver Programa de Energía Gobierno Sebastián Piñera, disponible en: <http://pinera2010.cl/programa-de-gobierno/energia/2/>

## 2.2.Descripción general del sector eléctrico

### 2.2.1. Matriz energética primaria

**Composición:** La matriz primaria de energía en Chile para el año 2008 alcanzó las 250.977 tercalorías. Esta matriz se compone de cinco fuentes de energía básicas que incluyen: petróleo crudo, gas natural, carbón, hidroelectricidad, leña y otros recursos, tal como lo muestra la Figura 2.2. Se denota un fuerte incremento en la participación de los combustibles fósiles. Las restricciones al flujo de gas natural importado desde Argentina a partir de 2004 (ver Figura 2.1) fueron enfrentadas vía incremento en la participación de otras fuentes de generación también importadas notablemente carbón y petróleo. Por ejemplo, la participación del carbón pasó del 10% de las necesidades de energía del país en 2003 al 16% en 2007, mientras que el gas natural pasó del 28% al 16% durante ese mismo tiempo, respectivamente. En términos de producción de electricidad, el carbón participó en 2007 con el 26% y el petróleo con un 22%.

**Figura 2.2: Composición Matriz Energética Primaria, 2008**



Fuente: CNE

**Origen de los recursos:** El origen de los recursos energéticos utilizados, a excepción de la hidroelectricidad que es de origen local, proviene mayoritariamente de importaciones. Actualmente Chile importa del orden del 72% de sus necesidades energéticas (98% del petróleo; 92% del carbón y 74% del gas natural), mientras que en 1990 importaba un 48%.<sup>7</sup>

### 2.2.2. La Demanda, Oferta y Matriz Eléctrica

**La demanda eléctrica:** El sector eléctrico abastece a una demanda nacional de 56,8 miles de GWh en 2008<sup>8</sup> y que ha venido creciendo a una tasa de 6,6% durante los últimos 10 años.<sup>9</sup>

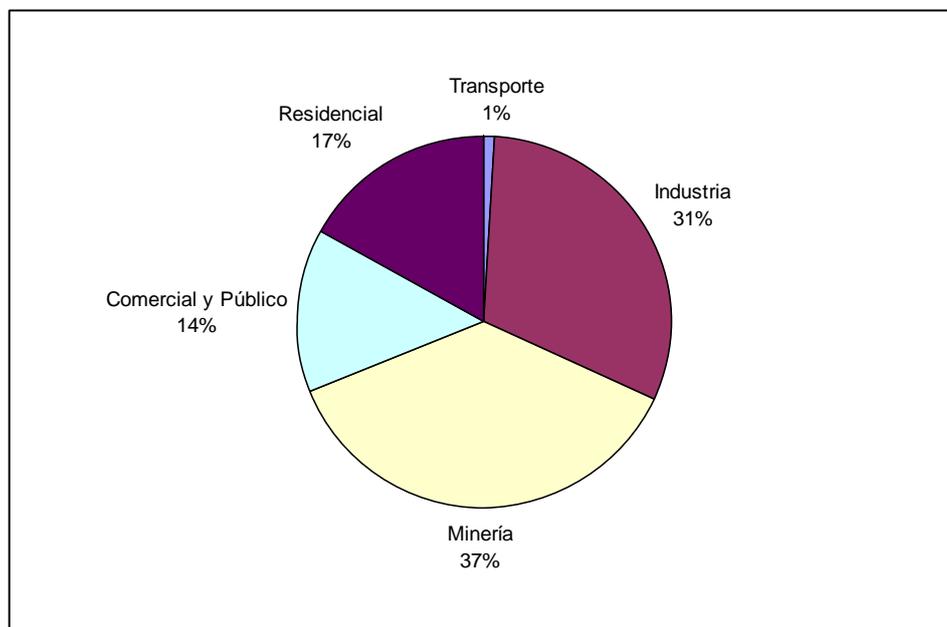
<sup>7</sup> Fundación Chile 2008 “Tendencias Tecnológicas y Oportunidades para Chile en Energías Renovables No Convencionales”, Fundación Chile, Santiago

<sup>8</sup> Estadísticas CNE *Producción Real por Sistema*: Disponible en [www.cne.cl](http://www.cne.cl)

<sup>9</sup> PRIEN 2008 *Estimación del Potencial de Ahorro de la energía Mediante el Mejoramiento de la Eficiencia Energética de los Distintos Sectores* Programa de Estudios e Investigaciones en Energía Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, Santiago, Enero.

Actualmente, tal y como presenta la Figura 2.3, un 37% del consumo de energía eléctrica lo concentra el sector minero, seguido por el sector industrial (31%), el sector residencial (17%), y el comercial y público (14%).<sup>10</sup>

**Figura 2.3: Consumo Energía Eléctrica por Sector, 2007**



Fuente: CNE 2008

**La oferta eléctrica:** La oferta eléctrica nacional se compone de 4 subsistemas. Existen dos sistemas interconectados principales que en conjunto representan un 99% del total de los subsistemas. El Sistema Interconectado Central (SIC) aporta el 71,5% de la oferta eléctrica nacional y abastece a más del 90% de la población del país. Le sigue el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) que participa con el 37,4% de la oferta y abastece, principalmente, a la gran minería del cobre. El 1% de la capacidad instalada restante se divide entre los subsistemas pequeños en zonas aisladas, el Sistema de Aysén y el Sistema de Magallanes. En cuanto a composición de la oferta a partir de empresas, existe un total de 31 empresas generadoras, 5 empresas transmisoras y 36 empresas distribuidoras<sup>11</sup> y actualmente el sistema es totalmente privado.

**La matriz eléctrica:** Hasta los años 90's la matriz eléctrica chilena había sido fundamentalmente explicada por hidroelectricidad. Esta fuente de generación, que actualmente aporta cerca del 52% de la generación del SIC, explicaba más del 75% de la capacidad instalada de ese sistema en 1997. Un hito clave que marcó un cambio en la composición de la matriz eléctrica (y energética en general) en Chile fue la incorporación del gas natural en 1998, el cual se comenzó a importar directamente desde Argentina. La incorporación del gas natural provocó un boom de inversiones en gasoductos y plantas generadoras en base a gas natural. Sin embargo, restricciones en las importaciones de gas natural de Argentina a partir del año 2004, y que se vieron especialmente agudizadas en los últimos años (ver Figura 2.1), junto a una estrechez del sistema eléctrico producto de una sequía, produjo una crisis energética que se debió enfrentar a través de incrementos en la participación de otras fuentes de generación,

<sup>10</sup> Estadísticas CNE

<sup>11</sup> Arias (2008) "Mercado Eléctrico en Chile" Universidad Tecnológica de Chile Inacap, Junio. Presentación power point disponible en: [http://www.aie.cl/files/file/comites/ce/presentaciones/mercado\\_electrico\\_angel\\_arias\\_AIE.pdf](http://www.aie.cl/files/file/comites/ce/presentaciones/mercado_electrico_angel_arias_AIE.pdf)

especialmente termoelectricidad a carbón y petróleo. De hecho, el 100% de la capacidad instalada existente a gas natural fue adaptada para operar con diesel y además se instalaron turbinas y motores para reemplazar la menor generación eléctrica<sup>12</sup>. Dicha estrechez energética, enfrentada con un cambio hacia fuentes de generación térmica, se vio reflejada en un alza en el costo de la energía en el país lo que a su vez tuvo un impacto en el ritmo de crecimiento de la demanda eléctrica el cual ha ido decreciendo en el último par de años.

Así, en el contexto de fuerte estrechez energética enfrentado en los últimos años producto de la crisis del gas natural argentino, junto a altos precios internacionales de los combustibles fósiles, y escasez de inversiones en generación<sup>13</sup>, se comenzaron a dar los primeros pasos hacia una diversificación de la matriz energética formulando modificaciones a la legislación eléctrica con el fin de proporcionar un ambiente más favorable para el desarrollo de las ERNC las que, como presenta la sección 2.3, se han ido incorporando paulatinamente en la matriz energética. Dichos cambios han sido complementados con la introducción de instrumentos de incentivo y otras acciones para favorecer la entrada de las ERNC que se introducen y analizan posteriormente en la sección 3.

### **2.3.Las ERNC en la matriz eléctrica chilena**

A diciembre de 2008 había un total de 13.137 MW instalados en el sistema eléctrico chileno. Como muestra la Figura 2.4, las principales fuentes de generación eléctrica son la hidráulica (37,6%), gas natural (36,1%), carbón (15,6%) y petróleo (9,3%).

Las ERNC contribuyen con 349 MW equivalentes al 2,7% de la capacidad instalada a nivel nacional dicho año. Ellas comprenden fuentes de generación en base a biomasa, pequeñas hidroeléctricas y eólicas. Estas cifras muestran una alza de 22% en los MW instalados de ERNC respecto de 2005, cuando las ERNC daban cuenta de un total de 286 MW instalados, equivalentes al 2,4% de la matriz eléctrica.

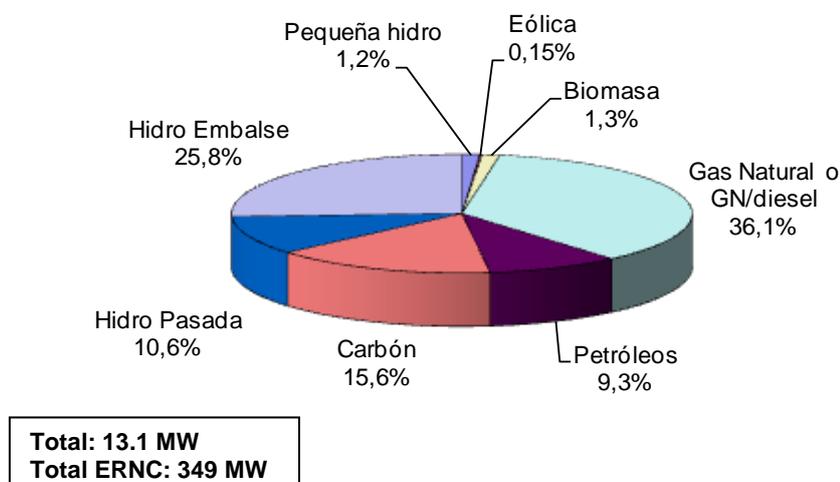
Adicionalmente a estas cifras habría que agregar el aporte realizado por las ERNC a los esfuerzos de generación eléctrica en zonas remotas sin conexión a la red, aunque hoy en día es muy marginal. Por ejemplo, por los proyectos de energía solar fotovoltaica sin conexión a la red de transmisión desarrollados bajo el esquema de electrificación rural en la zona centro y norte del país.

---

<sup>12</sup> Tokman 2008 *Matriz Eléctrica 2010-2030* presentación power point en Seminario "Iniciativa Matriz Energética 2010-2030: Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile" organizado por la Asociación de Empresas Eléctricas, Fundación Avina, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Chile y Universidad Alberto Hurtado, Santiago, 8 de Septiembre de 2009.

<sup>13</sup> Debido a una modificación a la Ley Eléctrica en 1999 que eliminó el concepto de "fuerza mayor" (force majeure) que protegía a las empresas generadoras en casos periódicos de déficit de abastecimiento. Ello las dejó expuestas a compensar a los clientes ante la falta de suministro en presencia de fenómenos naturales como sequías, desincentivándolas a hacer contratos con los clientes regulados originando una baja en las inversiones del sector.

**Figura 2.4: Capacidad instalada en el Sistema Eléctrico, 2008**



Fuente: CNE

En cuanto a los aportes por subsistema de generación como muestra la Tabla 2.1, de los 13.137 MW totales instalados al 2008, 9.386 MW están en el SIC, 3.602 MW en el SING, 40 MW en el sistema de Aysén y 98 MW en el sistema de Magallanes. Mientras el SIC combina diversas tecnologías, con clara predominancia de hidroelectricidad (57%) y un 3,3% de aporte de ERNC, el SING posee casi exclusivamente generación térmica y el aporte de las ERNC es prácticamente nulo. El subsistema de Aysén es el que muestra la mayor participación de ERNC (45%), aunque su aporte a la matriz eléctrica nacional es mínimo.

**Tabla 2.1: Capacidad Eléctrica Instalada por Subsistema (MW), 2008**

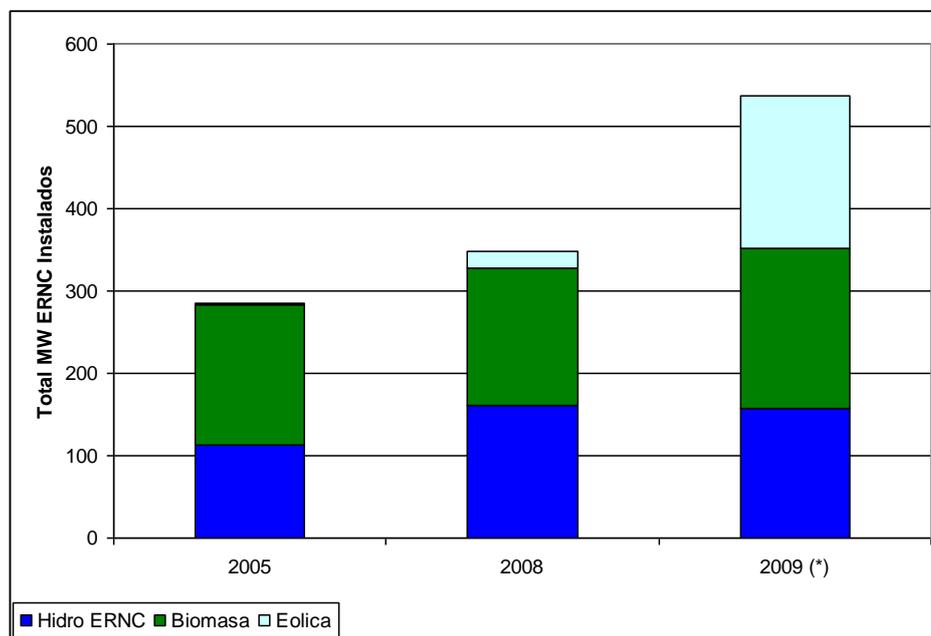
Fuente	SIC	SING	Magallanes	Aysén	Total
Hidro >20 MW	4.781	0	0	0	4.781
Fósil	4.292	3.589	99	28	8.007
<b>Total Convencional</b>	<b>9.073</b>	<b>3.589</b>	<b>99</b>	<b>28</b>	<b>12.788</b>
Hidro <20 MW	129	13	0	21	162
Biomasa	166	0	0	0	166
Eólica	18	0	0	2	20
<b>Total ERNC</b>	<b>313</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>349</b>
Total Nacional	9.386	3.602	99	50	13.137
<b>Participación ERNC</b>	<b>3,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0%</b>	<b>45%</b>	<b>2,7%</b>

Fuente: CNE

Por otro lado, la Figura 2.5 muestra la evolución de MW instalados en ERNC entre 2005 y 2009 en el SIC. Se aprecia que en dicho período prácticamente se duplican los MW instalados de ERNC en el sistema. Pese a lo bajo de la base de comparación, ello demuestra claramente una tendencia al alza, especialmente en lo que respecta a MW instalados en base a fuentes eólicas. Con ello, las ERNC alcanzarían una participación por sobre el 4% del sistema para este último año. El alza en los MW instalados se puede explicar en diversos factores, incluyendo las modificaciones a la ley eléctrica y la introducción de instrumentos de incentivo que buscan dar

un ambiente más favorable para el desarrollo de las ERNC en Chile (ver Sección 3), así y como el alto precio del petróleo y la favorable evolución en la curva de aprendizaje de las distintas tecnologías renovables.

**Figura 2.5: Evolución de la Capacidad Instalada de ERNC en la Matriz Eléctrica**



Fuente: Dufey A. (por publicar)

(\*): estimación sólo para el SIC

## 2.4.La inversión extranjera en las ERNC en Chile

En cuanto al tipo de inversionistas, siguiendo la tendencia en el sector eléctrico nacional, en donde la inversión es 100% privada y con un gran porcentaje de origen extranjero, el subsector de las ERNC también se ha convertido en un polo de atracción de inversionistas extranjeros – especialmente de origen europeo. Algunos ejemplos se incluyen en el Box 2.2.

### Box 2.2: La inversión extranjera en el sector ERNC en Chile

Al igual que en el sector eléctrico como un todo, en donde la inversión es 100% privada y con un alta participación de inversión extranjera, los inversionistas extranjeros también juegan un rol preponderante en el desarrollo del subsector de las ERNC. Algunos ejemplos incluyen:

- Endesa Eco – filial de Endesa España y recientemente adquirido por la italiana Enel– ha materializado dos proyectos de energías limpias: Parque Eólico Canela (78 MW) y el proyecto mini-hidráulico Ojos de Agua (9 MW).
- El grupo europeo GDF Suez recientemente inauguró el parque eólico Monte Redondo con un total de 38 MW y además construye una planta minihidráulica en el Laja.
- El grupo español Generadores Eólicos de Navarra tiene actualmente dos proyectos eólicos: el Parque Eólico Huapen (20 MW) y la mini-central hidráulica Balalita (11 MW);
- Enhol, de origen español, en conjunto con la Sociedad Chilena Haciendas Talinay anunció la construcción del parque eólico Talinay que contará con un total de 500 MW
- Iberdrola, también de origen español, a través de Iberoamericana de Energía (Idener) -su filial en Chile - tiene en la región del Bío Bío a la mini-central hidráulica Ruca Cura (4,7 MW).
- La australiana Pacific Hydro en el año 2004 completó un joint venture con la empresa noruega SN Power para el desarrollo de 2 proyectos hídricos, uno de los cuales fue registrado bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto.
- Paralelamente, SN Power a través de sus filial Norwind, está desarrollando el Parque Eólico El Totoral con un total de 46MW.

- El grupo irlandés Mainstream Renewable Power anunció un joint venture con la chilena Andes Energy, involucrando una cartera de proyectos por US\$1.000 millones para el desarrollo de unos 400 MW de energías limpias en los próximos 5 años.
- La empresa italiana Enel, que en conjunto con las empresas estatales chilenas ENAP y CODELCO desarrollan el proyecto de exploración geotérmica en el parque nacional Géiseres del Tatio en el norte de Chile (el cual fue no obstante recientemente parado por serias fallencias técnicas de índole ambiental).
- En julio de 2009 de GTN LA, filial latinoamericana de la empresa de geotermia alemana GTN en asociación con Fundación Chile (si bien en el segmento de la producción de calor y no para generación eléctrica).
- Asimismo, la empresa generadora chilena Colbún recientemente anunció una alianza para el desarrollo de proyectos geotérmicos en Chile con la empresa estadounidense Geoglobal Energy (GGE) cuyo principal accionista es la empresa neozelandesa Mighty River Power.

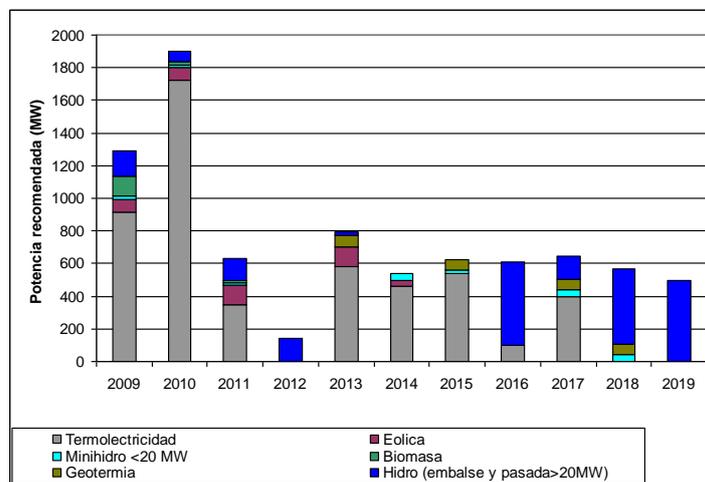
Fuente: en base a Dufey A. (por publicar)

Este rol significativo de la inversión extranjera no es sorprendente. La inversión privada ha sido un factor fundamental en el desarrollo del sector de generación eléctrica chileno, y esto responde a esfuerzos deliberados realizados por el gobierno chileno en las últimas décadas para proveer “los factores macro fundamentales” para atraer inversión privada, nacional y extranjera tales como – apertura comercial, equilibrio fiscal, control inflacionario, integración internacional con la firma de numerosos acuerdos comerciales y de inversión -, reforzamiento institucional y estabilidad política, entre los más importantes. En particular en el caso de las ERNC el gobierno de Chile - a través de CORFO - ha realizado esfuerzos significativos, por ejemplo, a través de misiones en el extranjero y la realización de varios encuentros internacionales con el sector privado y establecimiento de instrumentos de incentivo, con el fin de atraer inversionistas extranjeros a invertir en este tipo de proyectos en el país.

## 2.5.Perspectivas a futuro para las ERNC en Chile

Una forma de abordar las perspectivas a futuro para las ERNC en Chile es a través del Plan de Obras recomendado por la Comisión Nacional de Energía (CNE). Este Plan de Obras corresponde a un plan de carácter estratégico elaborado por la CNE a partir de información provista por las empresas del sector sobre sus planes de inversión y que son ordenados según criterios económicos generando un plan de expansión óptimo con un horizonte de 10 años. Este Plan es sólo de carácter indicativo y no es vinculante. El último Plan de Obras disponibles abarca el periodo 2010-2019. Como muestra la Figura 2.6, de los 8.244 MW adicionales considerados en dicho Plan hasta el año 2019, 783 MW equivalentes al 12.7% de ese total, corresponden a ERNC, básicamente a obras en base a fuentes eólicas (5.3%), mini-hidráulica (2.2%) y geotermia (2%).

**Figura 2.6: Plan de Obras Recomendadas por la CNE 2010-2019**



Fuente: elaboración propia en base a CNE

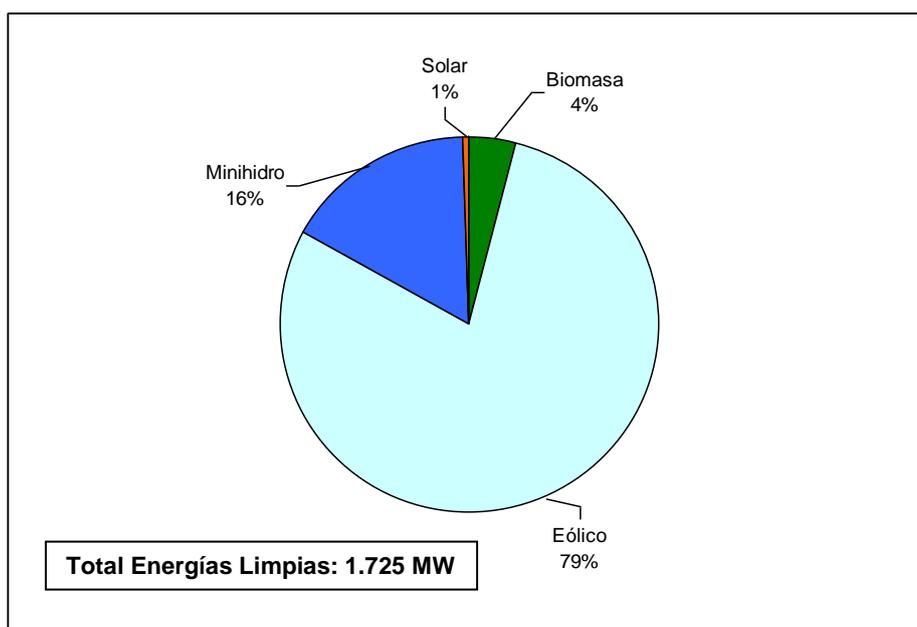
Alternativamente, la tendencia e interés por realizar proyectos ERNC en el sector eléctrico también se refleja claramente al analizar los proyectos entrados al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA). En efecto, la Tabla 2.2 presenta un resumen de los proyectos de energía para generación eléctrica entrados al SEIA tanto aprobados como en trámite a septiembre de 2009. Como ahí se aprecia, el total de proyectos ingresados agrupan un total de 10.225 MW, básicamente proyectos termoeléctricos (74%), especialmente en base a carbón. Las ERNC incluyen más de 1.700 MW aprobados o en tramitación, representadas por un total de 59 proyectos, equivalentes al 17% de los MW contemplados, donde destaca claramente el gran número de proyectos para generación eólica. La Figura 2.7 muestra la distribución de los proyectos ERNC entrados al SEIA.

**Tabla 2.2: Proyectos de Inversión para Generación Eléctrica en el SEIA**

Fuente energética	Aprobados o en Calificación	MW	(%)
Hidroelectricidad	40	900	8,8
Termoelectricidad	48	7.600	74,3
Eólica	21	1.360	13,3
Hidroelectricidad de pasada	32	284	2,7
Biomasa	5	72	3,5
Solar	1	9	0,09
<b>Total</b>		<b>10.225 MW</b>	

Fuente: Dufey (por publicar)

**Figura 2.7: Proyectos de Inversión en ERNC en el SEIA**

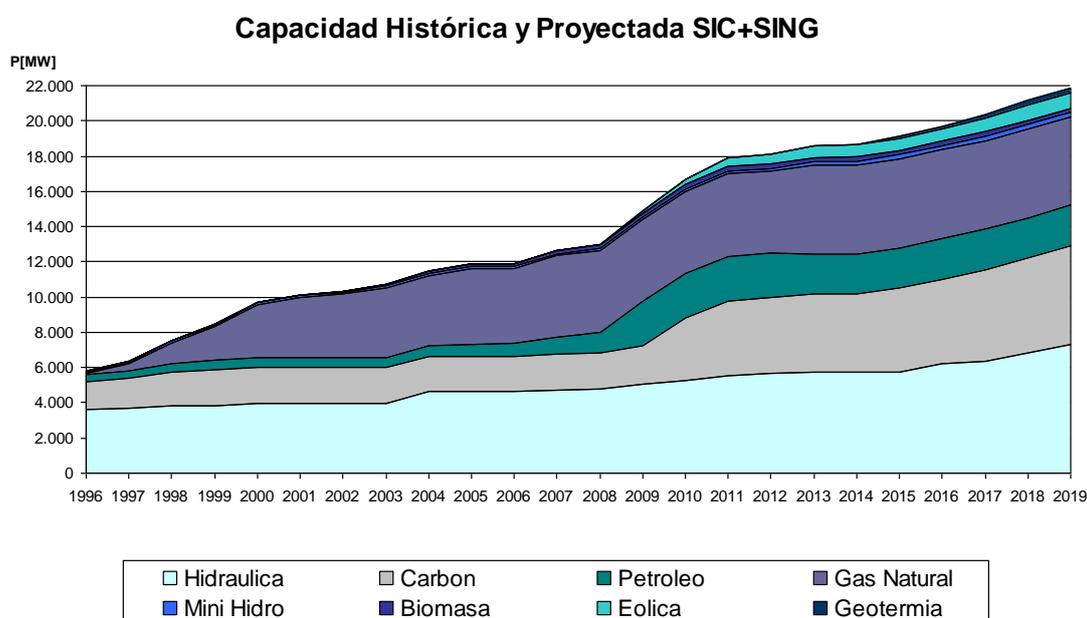


Fuente: Dufey (por publicar)

Proyecciones a futuro apuntan a una mayor penetración de las ERNC en Chile. Por ejemplo, en un ejercicio de discusión estratégica para la matriz eléctrica chilena organizado por un grupo de instituciones<sup>14</sup>, en el que distintos stakeholders nacionales formularon sus escenarios para el sector eléctrico al año 2030, todos ellos apuntan a una mayor participación de las ERNC. No obstante, existe un alto rango de variabilidad, con participaciones para las ERNC sobre la capacidad instalada en la matriz eléctrica en los distintos escenarios que varían entre un 14% y 48%. En ellos, todas las tecnologías actualmente disponibles están representadas, especialmente la energía eólica, mini-hidro, geotermia y solar.<sup>15</sup>

Por otro lado, al mirar la capacidad histórica y proyectada de la matriz eléctrica de acuerdo a proyecciones realizadas por la autoridad energética a través de una optimización del Plan de Obras y que se presenta en la Figura 2.8 - escenario que podría ser considerado como el “Business as Usual” por la CNE-, se identifica que la participación de las ERNC en la matriz eléctrica sería del orden del 10% al 2020, explicando algo menos del 20% de las nuevas inversiones entre 2008 y 2020.<sup>16</sup> Como muestra más claramente la Figura 2.9, esta vendría explicada principalmente por la materialización de proyectos eólicos, mini-hidro y geotermia.

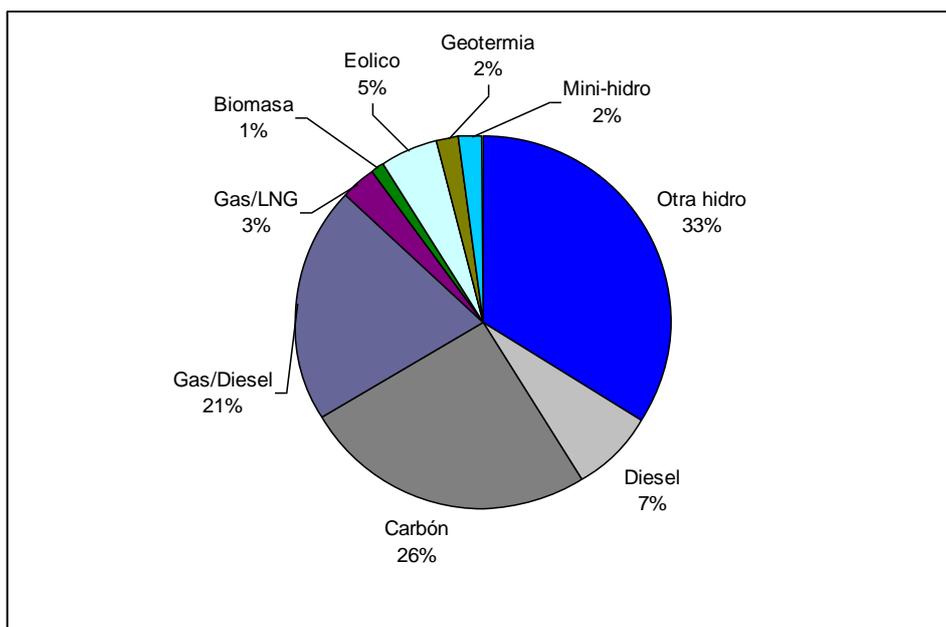
**Figura 2.8: Capacidad Histórica y Proyectada SIC + SING**



<sup>14</sup> Escenarios Eléctricos 2010-2030: “Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile” organizado por la Asociación de Empresas Eléctricas, Fundación Avina, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Chile y Universidad Alberto Hurtado. Para mayores detalles visitar: [www.escenariosenergeticos.cl](http://www.escenariosenergeticos.cl)

<sup>15</sup> Borregaard N. Dufey A. Rudnick H. “Documento Técnico Evaluación de los Escenarios Eléctricos” Iniciativa Escenarios Eléctricos 2010-2030 “Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile”, AEE, AVINA, FFLA, FCH, UAH, UC

<sup>16</sup> CNE 2008 “Política Energética, Nuevos Lineamientos” Comisión Nacional de Energía, Santiago de Chile



Fuente: IEA 2009

Es importante destacar que bajo el escenario de la CNE, también existe un notable crecimiento en la generación termoeléctrica. En particular, la participación del carbón alcanzaría un 26% al 2020. Ello, supone grandes preocupaciones respecto de las emisiones de gases efecto invernadero resultantes, tema que el país deberá sin duda hacerse cargo considerando que el cambio climático es hoy considerado el problema ambiental prioritario a nivel mundial (ver sección 4.2).

### 3. Los instrumentos e incentivos a las ERNC en Chile

En Chile en los últimos años se han comenzado a dar los primeros pasos en la formulación de instrumentos e incentivos para el desarrollo de las Energías Renovables No Convencionales. El objetivo perseguido por el gobierno es establecer las condiciones para atraer inversión en proyectos ERNC a través de impulsar el desarrollo del mercado eliminando las principales barreras a la entrada.<sup>17</sup>

Esta sección primeramente identifica en forma amplia los principales instrumentos e incentivos a las ERNC en Chile y una segunda parte de la sección hace una revisión crítica de los instrumentos regulatorios y de incentivo.

#### 3.1. Instrumentos e incentivos a las ERNC

Dentro de las acciones impulsadas en Chile para promover el desarrollo de las ERNC se identifican dos tipos de acciones principales: acciones de índole regulatoria y una serie de instrumentos de incentivo para proyectos de inversión en ERNC. Junto a ello, además, se identifican otros tipos de acciones que buscan robustecer el desarrollo de las ERNC tales como fortalecimiento institucional, proyectos de cooperación internacional y generación de información de base. Todos ellos se describen a continuación.

<sup>17</sup> Ver CNE 2008 *Política Energética, Nuevos Lineamientos* para un listado de las barreras identificadas por la autoridad energética

### 3.1.1. Marco legal

En materia legal, se encuentran las diversas modificaciones introducidas a la Ley Eléctrica (DFL1) que es el principal instrumento que regula el mercado eléctrico nacional. Específicamente destacan las Leyes Corta I (año 2004) y Corta III (2008) cuyo objetivo principal es facilitar la incorporación de las ERNC a la matriz energética y su operación en el mercado. Asimismo, otra modificación relevante es la reciente modificación al Directorio del Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC). Todo ello se describe a continuación.

**Ley No 19.940 o Ley Corta I del año 2004:** Orientada principalmente a corregir el sistema de pago al sistema de transmisión. Básicamente regula los sistemas de transporte de energía eléctrica estableciendo un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones a la ley general de servicios eléctricos. Abre el mercado spot asegurando el derecho a conexión a las redes de distribución a las centrales de tamaño pequeño –tamaño que se ubican muchas centrales ERNC - y las exime del pago de peaje del sistema de transmisión (total para plantas menores a 9 MW y parcial para plantas menores a 20 MW).

**Ley No 20.257 o Ley Corta III del año 2008:** Define lo que son las Energías Renovables no Convencionales o ERNC (ver Box 3.1) y busca crear una demanda por proyectos de inversión en este tipo de energías. Básicamente establece que a partir del año 2010 todas las empresas eléctricas del SIC y SING que retiran de sistemas con más de 200 MW de capacidad instalada deberán abastecer un suministro del 5% de sus ventas anuales de electricidad en base a ERNC. A partir del 2014, este porcentaje se incrementará gradualmente en un 0.5% anual hasta llegar a un 10% en 2024. Las generadoras tradicionales pueden cumplir la obligación a partir de proyectos ERNC propios o partir de terceros bajo contrato de suministro. La obligación aplica a contratos de suministro a clientes libres y a empresas de distribución bajo contrato a partir del 31 de agosto de 2007. La empresa eléctrica que no acredite el cumplimiento de esta obligación, deberá pagar un cargo de 0.4 Unidades Tributarias Mensuales (UTM) equivalente -unos US\$29<sup>18</sup> -por cada megawatthora de déficit respecto de su obligación, el cual se incrementará a 0.6 UTM (US\$ 42)<sup>19</sup> por cada megawatthora de déficit para aquellas empresas que no cumplan su obligación nuevamente dentro de los tres primeros años del primer incumplimiento. La ley aplica sólo aquellos proyectos ERNC que hayan sido conectados a la red a partir del 1 de enero de 2007.

#### Box 3.1: Definición de Energías Renovables No Convencionales, Ley 20.257

**Medios de generación renovables no convencionales:** los que presentan cualquiera de las siguientes características:

1. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
2. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kilowatts.
3. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal, la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.
4. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.
5. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.
6. Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares, y
7. Otros medios de generación determinados fundadamente por la CNE, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental,

<sup>18</sup> A diciembre de 2009

<sup>19</sup> Idem

conforme a los procedimientos que establezca el reglamento.

**Energía renovable no convencional:** aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales

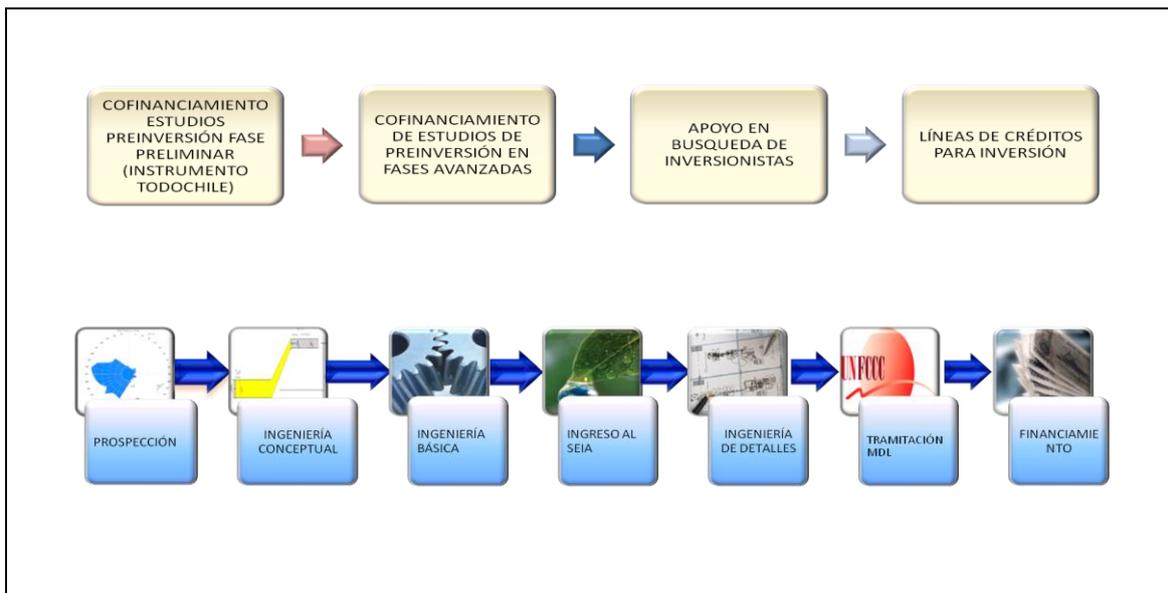
Fuente: Ley 20.257, disponible en: [http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/20\\_257\\_1.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/20_257_1.pdf)

**Modificaciones al Decreto 291 en 2009:** Esta modificación obliga a incluir en el Directorio del Centro Económico de Despacho de Carga (CDEC)<sup>20</sup> la participación de generadores de tamaño pequeño (capacidades inferiores a 300 MW). Este cambio mejora la posición negociadora de las generadoras de menor tamaño –rango en que se encuentran muchas ERNC – dándole acceso directo a negociaciones, y no a través de uno de los grandes generadores, como era el status quo hasta la aprobación de dicha modificación legal.

### 3.1.2. Instrumentos fiscales de incentivo

Paralelamente, la Agencia de Desarrollo Productivo (CORFO) en conjunto con la CNE han ido creando diversos instrumentos de fomento para apoyar la inversión privada al desarrollo del sector de las ERNC. Ellos buscan abordar todas las etapas de desarrollo de los proyectos ERNC (ver Figura 3.1).

**Figura 3.1: Instrumento apoyo CORFO según etapa de proyecto ERNC**



Fuente: García J. 2009 Innovación y Energías Renovables: lecciones a partir del programa de apoyo CNE-CORFO, presentación power point en Taller EERR e Innovación, 18 Noviembre

Entre los instrumentos más importantes se destacan:

**Programa de Preinversión para estudios a nivel preliminar en Energías Renovables no Convencionales:** el programa busca apoyar a proyectos para la generación de energía con montos superiores a los US\$ 400.000 a partir de fuentes renovables, que sean elegibles de acuerdo al Protocolo de Kyoto, subsidiando estudios de Pre-Inversión o asesorías especializadas

<sup>20</sup> El Centro de Despacho de Carga (CDEC) regula el funcionamiento coordinado de centrales generadoras y líneas de transmisión interconectadas. Asimismo, está entre sus funciones velar por la seguridad del servicio del sistema y garantizar la operación conjunta del sistema aun costo mínimo.

(estudios de ingeniería incluyendo aquellos que permiten postular a los bonos de carbono). El monto del subsidio es de hasta un 50% del costo total del estudio o consultoría con un tope de US\$ 60.000 y siempre que no supere el 2% del valor estimado de la inversión total del proyecto.

**Programa de preinversión para estudios a nivel avanzado en ERNC:** el instrumento, con fondos del Banco KfW de Alemania y la CNE, cofinancia parte de los costos de ingenierías básica y de detalle, estudios de conexiones eléctricas y de evaluaciones y/o declaraciones de impacto ambiental. El subsidio cubre hasta el 50% del costo total de estudio o consultoría con un máximo del 5% de la inversión total estimada, y siempre que no exceda los US\$ 160.000 por proyecto evaluado. El instrumento aplica para proyectos que ya se han sometido a los procesos preliminares de la fase de preinversión.

**Créditos CORFO ERNC:** son créditos blandos a la inversión en energías renovables a través de las líneas de financiamiento que tiene CORFO que operan a través de la banca local. Por ejemplo, destaca el programa CORFO lanzado a fines de 2008 cofinanciado con el Banco KfW de Alemania, diseñado para el refinanciamiento de créditos de largo plazo y operaciones de leasing de inversiones que contribuyan a mejorar el medio ambiente, incluyendo a las energías renovables. Los préstamos bajo este esquema operan a tasas fijas en dólares o moneda local, con plazos entre 3 y 12 años, que incluyen períodos de gracia para el capital de hasta 30 meses. Los préstamos pueden alcanzar un máximo de US\$ 5 millones por proyecto. También existe una línea de financiamiento para energías renovables y eficiencia energética por un monto máximo de US\$ 15 millones, con un período de pago de 13 años y un período de gracia de 36 meses. Un proyecto puede postular a ambos instrumentos por lo que puede acceder a un monto total de financiamiento de US\$ 20 millones.

Adicionalmente, se encuentran en fase de diseño o en contraloría los siguientes instrumentos:

- **Fondos de garantía para ERNC:** Instrumento que entrará próximamente en operación y busca garantizar el financiamiento previo al inicio de las operaciones (etapa de construcción del proyecto) y fue diseñado para complementar los créditos blandos a las ERNC. Consiste en el otorgamiento de una cobertura complementaria de riesgo para las operaciones de crédito de dinero y de leasing financiero que los bancos con clasificación de riesgo BBB- o superior, otorguen a empresas privadas (personas jurídicas o personas naturales con giro) productoras de bienes y servicios para financiamiento de proyectos de inversión en ERNC. Operará a través de la Banca para Empresas con ventas anuales de hasta US\$ 40 millones. Cubre el 50% de los créditos con tope de US\$7,5 millones por empresa con un plazo máximo de 36 meses.<sup>21</sup>
- **Subsidios a líneas de transmisión para proyectos ERNC:** Instrumento diseñado para proyectos ERNC que estén físicamente cercanos entre sí pero lejanos a la red de transmisión existente. Consiste en un subsidio contingente para fomentar la asociatividad en la construcción de líneas de transmisión próximo a entrar en vigencia (actualmente en Contraloría). Busca fomentar el desarrollo de líneas de transmisión adicionales que den servicio a varios proyectos ERNC de modo de estimular la asociatividad de estos proyectos y mejorar su viabilidad técnica y económica. El incentivo busca beneficiar a empresas que invierten en una línea de transmisión, compensando los ingresos por potencia no percibidos desde el año 6 de operación de la línea hasta el año 10.<sup>22</sup> Operará para proyectos ERNC ligados a distintas empresas (distribuidoras o de transmisión) y tendrá un tope de hasta UF 18.000 anuales por un período de 5 años.<sup>23</sup>
- **Subsidios a la exploración geotermal:** Aceptando que la exploración profunda es la barrera más importante al desarrollo de proyectos geotérmicos, el subsidio busca “compartir

---

<sup>21</sup> Ver <http://www.cer.gov.cl/gestion-energetica/instrumentos/>

<sup>22</sup> Ver <http://www.cer.gov.cl/gestion-energetica/instrumentos/>

<sup>23</sup> Javier García, Director Ejecutivo Centro De Energías Renovables, Comunicación personal, Diciembre 2009.

el riesgo de fracaso, compensando económicamente a la compañía geotérmica que ha llevado a cabo la exploración profunda sin encontrar recursos geotérmicos comercialmente explotables y que decide renunciar a su concesión de exploración geotérmica”. El subsidio cubrirá programas de exploraciones geotérmicas que consideren la perforación de hasta 3 pozos verticales de más de 1.000 metros de profundidad, los que deben ser diseñados para exploración y producción geotérmica a largo plazo. La cobertura del subsidio será a escala declinante: un 70% de los costos anticipados aprobados (CAA) del primer pozo perforado; un 50% de los CAA del segundo pozo perforado; y un 30% de los CAA del tercer pozo, con un límite US\$ 8 millones por proyecto.<sup>24</sup>

- **Subsidio a proyectos solares:** específicamente un subsidio de US\$ 15 millones para la construcción de 2 plantas solares para generación eléctrica una fotovoltaica de 0.5 MW a complementar el sistema eléctrico de Atacama y una planta de concentración solar de 10 MW, para integrarse comercialmente al SING o SIC. Es obligatorio que el proyecto de generación solar esté vinculado a alguna iniciativa complementaria tendiente a fortalecer el desarrollo profesional o tecnológico local. Las bases de licitación de los proyectos se encuentran actualmente en contraloría<sup>25</sup>.

### 3.1.3. Cambios Institucionales

A nivel institucional también se han dado pasos que favorecerían el desarrollo de las ERNC. Por un lado está la reciente aprobación de la ley que crea el Ministerio de Energía, la cual separa las funciones de rectoría y de regulación técnico-económica. Esta separación de funciones implica que la CNE estará a cargo de los temas regulatorios y técnicos mientras que será tarea del Ministro de Energía centrarse en el desarrollo de la visión estratégica de largo plazo. Asimismo, incentiva a la coordinación entre la política energética y ambiental, al establecer que el Ministro de Energía sea parte del Comité Ejecutivo de la CONAMA y que las SEREMI de Energía sean parte de las respectivas COREMAS.

Otro hito de gran relevancia es la creación del Centro de Energías Renovables (CER) en agosto de 2009. El CER se plantea, en forma complementaria a las funciones de regulación y promoción a las ERNC ya efectuadas por la CNE y CORFO, respectivamente, como un ente promotor y facilitador de nuevos proyectos en ERNC y como antena de seguimiento de nuevas tecnologías ERNC con el fin de generar capacidades y ayudar a diversificar la matriz energética. Entre sus objetivos específicos destacan:

- Estudiar la evolución y el desarrollo de las tecnologías de ERNC y su aplicabilidad en Chile, para facilitar la eliminación de barreras en la materialización de proyectos;
- Promover y desarrollar una red de convenios con centros e instituciones, a nivel nacional e internacional, que estén realizando promoción e innovación en ERNC;
- Servir de centro de información y orientación para entes gubernamentales, inversionistas, desarrolladores de proyectos e investigadores académicos;
- Generar catastros de recursos naturales para el desarrollo de las ERNC;
- Velar porque exista acreditación en la competencia de recursos humanos, así como certificación de productos y servicios que sean conexos a proyectos de ERNC (tales

---

<sup>24</sup>CNE 2009a “*Ministro Tokman visita perforación profunda geotérmica en Apacheta*” Comunicado de prensa Comisión Nacional de Energía, 3 de Septiembre, Santiago, Disponible en: [http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02\\_Noticias/noticia\\_detalle.jsp?noticia=/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/FNoti\\_03septiembre2009.html](http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02_Noticias/noticia_detalle.jsp?noticia=/02_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/FNoti_03septiembre2009.html)

<sup>25</sup>CNE 2009b “*Gobierno presentó los alcances de las bases de licitación de los concursos solares para el Norte Grande*” Comunicado de prensa Comisión Nacional de Energía, 4 de Diciembre, Santiago, Disponible en: [http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/index/noticia\\_detalle.jsp?noticia=/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/f\\_noti\\_0412009.html&nom=ERNC](http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02_Noticias/10.0.1.1.energia/index/noticia_detalle.jsp?noticia=/02_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/f_noti_0412009.html&nom=ERNC)

como servicios de consultoría, ingeniería, laboratorios, proveedores de tecnología, mantenimiento, entre otros).

### 3.1.4. Cooperación Internacional

Más allá de las modificaciones regulatorias, introducción de mecanismos de incentivo y cambios institucionales, también es importante destacar la existencia de programas de cooperación internacional para el desarrollo de las ERNC en Chile, como aquél desarrollado por la Agencia de Cooperación Alemana GTZ en conjunto con la CNE y que se describe en el Box 3.2.

#### **Box 3.2: Proyecto de Cooperación GTZ y CNE para el desarrollo de energías limpias en Chile**

El proyecto “Renewable Energy in Chile” involucra al Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) y a la Comisión Nacional de Energía (CNE). El proyecto proporciona a la CNE servicios de asesoría para la creación de un ambiente favorable para la generación de electricidad a partir de fuentes de energías renovables no convencionales. Esto incluye la regulación de acceso a la red eléctrica, la integración al mercado eléctrico y el desarrollo de estrategias de expansión y de instrumentos de promoción para las energías renovables.

Una segunda área prioritaria del proyecto es la remoción de las restricciones estructurales del mercado que impiden el rápido desarrollo de las energías renovables en Chile. Más allá del desconocimiento sobre las fuentes de energías renovables y su distribución geográfica, estas incluyen la falta de experiencia para la planificación y aprobación de procedimientos y el acceso a la red. Otros factores mermando la inversión en estas tecnologías son la falta de experiencia para la evaluación técnica y económica de estas tecnologías así como los riesgos asociados a tecnologías innovadoras.

El proyecto apoya la investigación sobre el potencial técnico y económico en los sectores de energía eólica, biomasa y biogás. Se preparan lineamientos para la planificación de proyectos y los estudios de evaluación ambiental para las tecnologías renovables respectivas con el objetivo de facilitar la planificación y los procedimientos para la aprobación de estos proyectos. Asimismo, en cooperación con inversionistas privados y desarrolladores de proyectos, el proyecto también incluye la realización de estudios de factibilidad para cuatro proyectos de generación eléctrica en base a viento, biomasa y biogás. Ello permite un análisis detallado de las restricciones existentes a la inversión, sobre el cual elaborar acciones para preparar estrategias de promoción y abordar necesidades futuras

El proyecto también promueve el desarrollo de capacidades locales y alienta el diálogo ente los formuladores de política, el sector privado y la sociedad civil. Provee apoyo metodológico, técnico y financiero para la preparación e implementación de análisis, estudios, seminario y entrenamiento.

El proyecto comenzó en agosto de 2004 y se espera esté finalizado en octubre de 2010

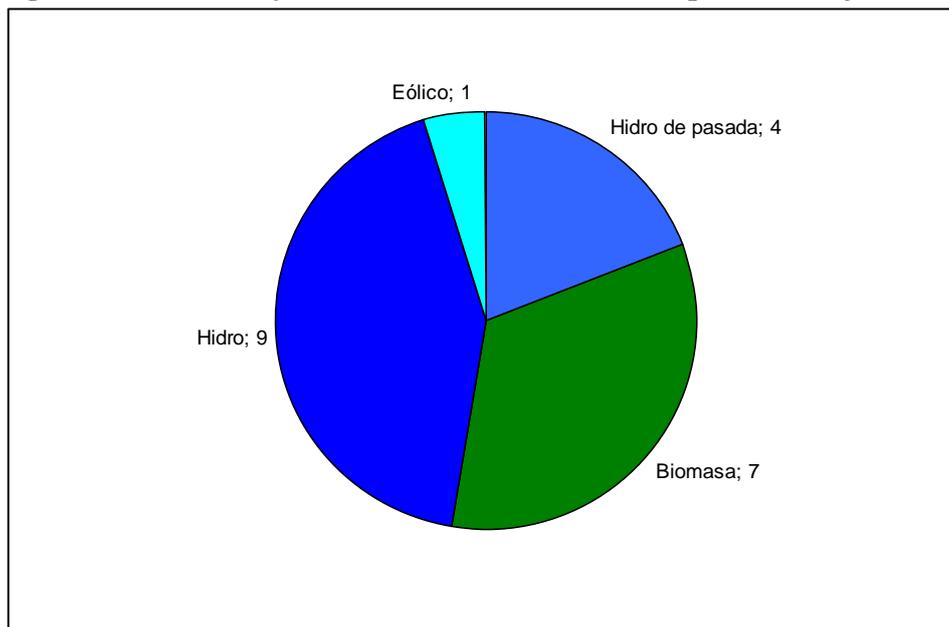
Fuente: Renewable Energy in Chile, GTZ. Available at: <http://www.gtz.de/en/themen/umwelt-infrastruktur/energie/8956.htm>

### 3.1.5. Mecanismo de Desarrollo Limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) fue creado bajo el Protocolo de Kyoto de 1997. El objetivo es incentivar a empresas instaladas en países industrializados (Anexo I) a invertir en proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> equivalente) en países en desarrollo. La gran mayoría de proyectos ERNC caen dentro de proyectos de reducción de carbono autorizados bajo el MDL y por lo tanto les permiten vender sus reducciones de CO<sub>2</sub>, las que se materializan bajo la venta de certificados de reducción de emisiones (CER). De esta forma, la venta de los CER asociados a estos proyectos permite incrementar la viabilidad económica del proyecto.

A la fecha la autoridad nacional asignada ha aprobado un total de 51 proyectos bajo el esquema MDL. De ellos, un total de 21 corresponden a proyectos de generación eléctrica, básicamente mini-centrales hidráulicas (13), y biomasa forestal para co-generación (7). Sólo se identifica 1 proyecto en energía eólica (ver Figura 3.2).

**Figura 3.2: No de Proyectos de Generación Eléctrica Aprobados bajo el MDL**



Fuente: Dufey A (por publicar)

### 3.1.6. Información

Con el objeto de disminuir la brecha de información con respecto de las ERNC en Chile, la CNE en cooperación con otras instituciones, han ido generando diversos estudios para generar información de base que incluyen temas como el potencial técnico y económico de diversas fuentes renovables y aspectos técnicos y administrativos de proyectos ERNC tal y como se describe en el Box 3.3.

#### **Box 3.3: Estudios e Información Generada por la Autoridad sobre ERNC**

- Evaluación del potencial en Chile de generación de biogás a partir de biomasa
- Evaluación de disponibilidad de residuos industriales madereros aprovechables energéticamente.
- Evaluación del potencial eléctrico de residuos del manejo y cosecha forestal.
- Base de datos de información de acceso público sobre mediciones de viento del país.
- Campaña de medición del recurso eólico en zonas de las Regiones de Atacama, Coquimbo y del Maule.
- Manuales para orientar la evaluación ambiental de proyectos eólicos y de biomasa.
- Manual para la presentación de proyectos de energía al Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Tokio.
- Evaluación del potencial de generación de proyectos hidráulicos asociados a obras de riego, incluyendo el catastro de proyectos en caudales de más de 4 m<sup>3</sup>/s.
- Programa de caracterización del potencial eólico en terrenos fiscales localizados en la zona del SING.
- Guías para orientar la inversión en proyectos asociados a obras de riego y para su tramitación ambiental así como un programa de difusión de estas oportunidades de negocios orientado a organizaciones de regantes y empresas hidroeléctricas.
- Medición de radiación solar de acuerdo a los requerimientos técnicos necesarios para la evaluación de factibilidad de proyectos solar-termoeléctricos, así como a la modelación de la radiación solar en el norte del país.

Fuente: en base a CNE (2008)

Con todo, la decisión del gobierno de Chile de promover las ERNC y articular acciones concretas con este fin se considera un hito importante y un primer paso en desarrollar el sector. Más allá de la introducción de reformas regulatorias a la Ley Eléctrica para dar cabida a las tecnologías ERNC que son considerados como los instrumentos de mayor relevancia en promover al sector, estas acciones también incluyen instrumentos de tipo financiero a través de CORFO en coordinación con bancos de desarrollo extranjero y la banca privada operando a nivel nacional, proyectos de cooperación con organismos de cooperación extranjera y la generación de información de base.

La siguiente sección se concentra en el análisis crítico de los principales instrumentos legales y de incentivo a las ERNC en Chile.

### **3.2. Análisis de los instrumentos legales e incentivos fiscales**

Como establece la sección anterior, en Chile en los últimos años se han introducido variadas acciones con el fin de desarrollar el sector de las ERNC. Considerando que los cambios regulatorios clave, como la Ley 20.257, a la fecha de realización de este documento, aún no comienzan a operar y que varios de los instrumentos de incentivo sólo se han incorporado muy recientemente, e incluso algunos de ellos aún se encuentran en fase de diseño o aprobación en contraloría, no es posible realizar un análisis exhaustivo de ellos. Adicionalmente, tampoco es posible aislar el favorable efecto sobre el desarrollo sectorial dado por el cambio tecnológico positivo experimentado por las ERNC así y como el alto precio de los combustibles fósiles de los últimos años. No obstante, se observa que el actual ambiente nacional para promover el desarrollo de las ERNC en Chile ha sido recibido positivamente por parte del sector privado, lo cual se refleja en que:

- Entre 2005 y 2009 prácticamente se habrían duplicado los MW instalados en ERNC en la matriz eléctrica nacional, alcanzando una participación por sobre el 4% de la capacidad instalada en el SIC.
- A fines de 2009 habían más de 1.700 MW de ERNC ingresados en el SEIA, concentrados en un 79% en eólico, 16% en mini-hidráulico y 4% en biomasa (ver Figura 2.7).
- A fines de 2009 habían 211 proyectos entrados en el portafolio de Proyectos de Energías Renovables de CORFO, concentrados en energía eólica (42%), biomasa (37%) y biomasa (17%) (para más detalles ver sección 3.2.2) .

Por otro lado, también existirían desafíos a abordar considerando que:

- Del total de proyectos en la cartera CORFO, sólo un porcentaje muy pequeño –un 8% (17 proyectos)- se han materializado como un proyecto exitoso (ver Tabla 3.1).
- Los proyectos exitosos se concentran en torno un solo tipo de tecnología: mini-hidro.
- Del total de la cartera de proyectos eólicos en el país se han materializado muy pocos. Básicamente aquellos proyectos vinculados a grandes empresas generadoras y muy pocos de gran envergadura vinculados a actores nuevos o más pequeños.
- Si bien en algunos casos el desarrollo de los proyectos ERNC ha sido, en efecto, gatillado por las modificaciones legales e incentivos, en otros, especialmente en caso de proyectos vinculados a grandes generadoras tradicionales, éstos se enmarcan dentro de sus propias políticas privadas y no en la existencia de la ley.<sup>26</sup>

En lo que sigue de esta sección se presenta un análisis preliminar y básicamente cualitativo del marco legal e instrumentos fiscales de incentivo para la promoción de las ERNC en Chile.

---

<sup>26</sup> Wilfredo Jara, Gerente de Sustentabilidad ENDESA, comunicación personal, Noviembre 2009

### 3.2.1. Instrumentos legales

**Ley Corta I:** Como se deduce de la sección 3.1.1, la Ley Corta I busca crear incentivos a la inversión a través de regular el acceso a la red eléctrica a generadoras con capacidad inferior a 20 MW –rango en que caen muchos proyectos ERNC- y asegurar su integración al mercado energético. Este cambio legal genera un impacto positivo en la rentabilidad de los proyectos ERNC. Por ejemplo, un estudio del PNUD sobre el impacto de esta ley destaca que “*es evidente que dichas modificaciones legales tienen un impacto positivo en los proyectos desde el punto de vista de su desempeño económico financiero generando así incentivos adicionales a la inversión*”<sup>27</sup>. El impacto de las modificaciones legales será mayor o menor dependiendo de cada proyecto en particular. En el caso de los proyectos evaluados en el estudio, mientras que para mini-hidro la mejora en la rentabilidad resultante es suficiente para remunerar al inversionista, esta mejora resulta insuficiente para el caso eólico.<sup>28</sup>

No obstante, el mencionado estudio del PNUD también destaca la importancia de introducir incentivos adicionales, ya que los existentes no serían suficientes y no se estarían abordando diversas barreras asociadas a la implementación de los proyectos.<sup>29</sup> Por ejemplo, destaca que la Ley Corta I sólo libera parte o el total del pago del peaje del sistema troncal, no así los peajes de la sub-transmisión. Considerando la localización de los recursos renovables en el país, se podría esperar que la importancia de los peajes de sub-transmisión sean relevantes, y por lo tanto, surge como un tema a abordar.

**La Ley 20.257 o Ley Corta III:** Es considerado el instrumento de fomento a las ERNC más importante en Chile. La Ley Corta III crea una demanda por ERNC dentro del sector eléctrico al exigir una cuota mínima de participación de ERNC: un 5% de la energía comercializada a partir de 2010 hasta llegar a un 10% en el año 2024. De acuerdo al gobierno el objetivo de la ley es el desarrollo de proyectos ERNC y estimular un mercado por esas tecnologías, siguiendo cuatro principios<sup>30</sup>:

- Eficiencia y competencia: las generadores tradicionales internalizarán el costo de cumplir con la obligación a través de la implementación de los proyectos ERNC más eficientes
- Efectividad: se garantiza la incorporación de proyectos ERNC en la matriz eléctrica. De acuerdo a la CNE, el impacto estimado de la ley en términos de capacidad adicional es de 200 MW en 2010 y 1.400 MW al 2020.
- Equidad: la ley, al no discriminar entre clientes regulados y no regulados, no debería cambiar en forma significativa el costo de la energía alterando el ambiente competitivo del mercado.
- Simplicidad legal: al ser compatible con la Ley Eléctrica de 1982 (DFL1) incentiva la entrada de nuevos entrantes con proyectos ERNC a firmar contratos con empresas ya establecidas.

En un primer nivel, la introducción de metas de participación para las ERNC, sean indicativas u obligatorias son una componente importante dentro de portafolios de política para promover las

---

<sup>27</sup> Galaz R (2007) *Análisis de beneficios y barreras para la generación eléctrica con energías renovables no convencionales con posterioridad a la Ley Corta II*, en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”, Santiago, Diciembre

<sup>28</sup> El estudio evalúa los proyectos central eólica Canela y mini-central hidroeléctrica Ojos de Agua -cuyas TIR aumentan entre 2 y 3% para el primero y 1.6 y 1.9% para el segundo – bajo el escenario con las modificaciones legales

<sup>29</sup> Galaz R (2007)

<sup>30</sup> Extraídos de IEA 2009 *Chile Energy Policy Review*, International Energy Agency, Paris

ERNC en otras partes del mundo (por ejemplo, Reino Unido, Bélgica y Australia). En ese sentido estas acciones del gobierno apuntarían en la dirección correcta.

Por otro lado, existen diversos temas en discusión respecto de cuán efectivo es este instrumento para promover las ERNC en Chile, temas que se identifican y discuten en lo que sigue.

- **Adecuada consideración de la costo-efectividad de las tecnologías ERNC:** Este punto se vincula a si acaso un nivel fijo de la cuota de 10% al 2024 considera adecuadamente la competitividad de las ERNC en el horizonte de tiempo y cómo esto afecta el desarrollo del sector. En efecto, de acuerdo al objetivo planteado por el gobierno la ley debiera propulsar la materialización de proyectos ERNC que sean competitivos - no sólo frente a los actuales precios de mercado sino también a los precios a futuro - y que enfrentan barreras distintas de precio a su desarrollo.<sup>31</sup> En ese sentido, si bien el gobierno reconoce que la costo-efectividad de las tecnologías ERNC es dinámica, este punto no queda claramente reflejado en una cuota fija de 10% al 2024. Ello se da por varias razones que se explican a continuación. Primero, la tendencia en los precios de los combustibles fósiles es al alza - tendencia que debería acentuarse aún más en el futuro en la medida que el planeta avance hacia una economía baja en carbono. Y segundo, a que diversas tecnologías ERNC aún no se encuentran en su punto de madurez tecnológica, e incluso algunas de ellas aún se encuentran en fase de Investigación y Desarrollo o Demostración, por lo que su potencial de baja de costos es importante en la medida que vayan avanzando en su curva de aprendizaje y materializando economías de escala. Estos cambios en la costo-efectividad de las ERNC respecto de las energías convencionales debiera irse reflejando en el nivel de la cuota fijada a futuro. De hecho la IEA en su reciente revisión de la política energética chilena destaca que estas cuotas debieran ser revisadas cada 5 años. Una cuota muy baja envía una señal incorrecta al mercado y va en desmedro de un desarrollo costo-efectivo de las ERNC<sup>32</sup>, lo cual constituye uno de los objetivos de política perseguido por el gobierno con la Ley Corta III. Finalmente, el análisis de costo-efectividad de las distintas tecnologías en la que se basa la fijación de la cuota del 10% de ERNC no incluye las externalidades ambientales -locales ni globales- generadas por las distintas alternativas tecnológicas, lo cual va en desmedro del desarrollo de las tecnologías ERNC ya que es ampliamente aceptado que entre sus atributos incluyen un mejor desempeño ambiental con respecto a las tecnologías de generación tradicional.
- **Neutralidad tecnológica:** Un segundo punto, vinculado al anterior, se relaciona con el impacto de la Ley Corta III sobre la neutralidad tecnológica de la Ley eléctrica (DFL1). La legislación del mercado eléctrico chileno históricamente se ha planteado como “neutra” respecto a las tecnologías de generación, entendiendo que supone que los costos de inversión y operación reflejan adecuadamente su impacto económico.<sup>33</sup> En ese sentido, se reconoce que la Ley Corta III da un paso importante en romper la neutralidad tecnológica al forzar una cuota mínima de las ventas de energía a ser abastecida por tecnologías ERNC. No obstante, al no diferenciar entre distintos tipos de tecnologías ERNC, el quiebre de esta neutralidad es parcial y sólo daría cabida a aquellas ERNC de mayor madurez. En efecto, en un sistema de cuotas, dado que la autoridad fija el nivel de la cuota y el mercado el precio<sup>34</sup>, la competencia tiende a favorecer las tecnologías de menor costo, por ejemplo, las mini-hidráulicas. Así

---

<sup>31</sup> Escenarios Energéticos 2030, 2010 *Escenarios Energéticos Chile 2030- Construyendo Escenarios y Desafiando Paradigmas-: Resultados y Conclusiones del Proceso*. Asociación de Empresas Eléctricas, AVINA, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Chile, Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile, Mayo.

<sup>32</sup> IEA 2009; Fraunhofer 2005 *Monitoring and Evaluation of Policy Instruments to Support Renewable Electricity in EU Member States*, Fraunhofer Institute System und Innovationsforschung, Alemania

<sup>33</sup> IEA 2009

<sup>34</sup> Fraunhofer 2005

tecnologías de menor madurez pero con gran potencial de desarrollo en el mediano plazo – y con un potencial de reducción de costos importantes - no se desarrollan adecuadamente bajo este esquema o quedan postergadas. Ello no sólo limita la diversificación de las ERNC en la matriz energética, uno de los objetivos estratégicos tras la promoción de las ERNC en Chile, si no que crucialmente va en oposición a realizar una apuesta estratégica de desarrollo tecnológico fuerte en torno a las ERNC. La experiencia internacional indica que el desarrollo de las energías renovables en torno a la captura de beneficios de desarrollo tecnológico y empleo de calidad a través de apuestas de largo plazo (por ejemplo, con la energía solar y eólica en España, EE.UU y Alemania como se identifica en la sección 4.1) son los casos donde las energías renovables se han desarrollado en forma exitosa.

- **Entrada de nuevos participantes al mercado eléctrico:** El objetivo perseguido por el nuevo régimen regulatorio a las ERNC era crear un mercado para las ERNC, incentivando la entrada de nuevos participantes al mercado, a través de la firma de contratos de largo plazo entre las empresas generadoras y las empresas distribuidoras. Sin embargo, en la práctica la posibilidad de hacer contratos de largo plazo con nuevos actores se ha visto mermada por diversos factores. Por un lado, varias de las grandes generadoras tradicionales están realizando sus propios proyectos ERNC para dar cumplimiento a la cuota. Considerando la alta concentración del mercado eléctrico en los segmentos generador y distribuidor<sup>35</sup>, ello implica que en la práctica los contratos se han ido dando más bien entre generadores convencionales y las distribuidoras, dejando fuera a generadores nuevos y más pequeños. De hecho, situaciones en donde existe una alta concentración de la propiedad en el sector eléctrico han sido identificadas como una de las condiciones en donde existe riesgo que el mercado se inhiba o se torne poco transparente.<sup>36</sup> La negativa actitud del mercado eléctrico chileno hacia los nuevos entrantes es un tema que ha sido ya destacado como un serio impedimento al desarrollo del sector lo cual va en claro en desmedro del objetivo del gobierno de lograr desarrollar el mercado de las ERNC mediante la entrada de nuevos participantes y con numerosos proyectos pequeños.<sup>37</sup> Asimismo este es un punto clave relevado en el informe de la IEA sobre la política energética chilena, destacándolo como *“una barrera para los nuevos entrantes y pequeños participantes que deben competir en un mercado altamente concentrado”*.<sup>38</sup>
- **Alto riesgo económico en el precio de largo plazo enfrentado por los inversionistas:** La estabilidad en los precios de largo plazo es una condición clave para dar viabilidad económica a los proyectos ERNC considerando los altos montos de inversión involucrados y sus bajos costos de operación. En un sistema de cuotas como el que establece la Ley Corta III, es la autoridad quién fija el nivel de la cuota y el mercado define el precio, lo que por ende supone un riesgo mayor para los inversionistas<sup>39</sup>, con respecto a otro tipo de instrumentos de apoyo, como son las feed-in tariffs (ver Sección

---

<sup>35</sup> El mercado eléctrico chileno posee un alto nivel de concentración. Por ejemplo, de acuerdo a CNE/GTZ 2009, al año 2006 sólo tres empresas y sus filiales poseían el 89% de la potencia instalada de servicio público del SIC (Endesa 51%, Colbún 20%, AES Gener 19%). Otras doce empresas poseen el 10% restante.

<sup>36</sup> Comunian F 2007 *Experiencias Internacionales en el Fomento de las Energías Renovables para Generación Eléctrica* en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”, Santiago, Diciembre

<sup>37</sup> Por ejemplo, ver Maldonado y Herrera 2007 “Sostenibilidad y seguridad de Abastecimiento Eléctrico: estudio de caso de Chile con posterioridad a la Ley 20.018”, CEPAL, Santiago o Steinacker (2007) *Desafíos para Alcanzar un 15% de Aumento de la Capacidad Instalada con Energías Renovables No Convencionales al 2010* en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”, Santiago, Diciembre

<sup>38</sup> IEA 2009

<sup>39</sup> Fraunhofer 2005

4.1). La ausencia de precios de largo plazo estables se identifica como un factor que estaría restringiendo la posibilidad de materializar contratos de largo plazo, especialmente en el caso de proyectos eólicos, debido a su bajo factor de planta y alta variabilidad en la generación. La existencia de un contrato bajo las condiciones actuales, obliga al proyecto ERNC (y a proyectos operando bajo cualquier tecnología) a abastecer energía por la totalidad de lo establecido en su contrato. Así, en caso de generar una cantidad menor a lo estipulado la empresa deberá salir a comprar la energía faltante en el mercado spot para dar cumplimiento al contrato. La compra y venta en el mercado spot se hace a través del CDEC al precio marginal instantáneo para la energía y al precio nudo de la potencia<sup>40</sup>, quedando por lo tanto sujeto al riesgo de la variabilidad en el precio del mercado spot, proveniente de fuentes de generación en base a combustibles fósiles.<sup>41</sup> El riesgo es que este costo marginal sea muy bajo para remunerar sus costos de inversión y, peor aún, no permita una estabilidad de flujos que asegure el servicio de una deuda por financiamiento de la inversión. Adecuados niveles de contratos, según la tecnología y los niveles de energías generables, permiten reducir este riesgo.<sup>42</sup> El problema surge en el caso de los generadores eólicos debido a su alta variabilidad en la generación lo que los hace más dependiente del mercado marginal, con una alta probabilidad de tener que salir a comprar energía en el mercado spot para dar cumplimiento a su contrato, con el riesgo de tener que comprar a un precio mayor a lo establecido en su contrato de largo plazo. Las tecnologías ERNC como biomasa y geotermia no tendrían este problema. La alta variabilidad en la generación, a su vez, le dificulta la suscripción de contratos de suministro de energía a no ser que incluyan una proporción muy baja de la generación de energía total, pues de otra forma se ve expuesto a riesgos excesivos en el mercado spot, lo que a su vez puede hacer insuficientes los flujos para asegurar el servicio de la deuda del financiamiento de la inversión. Para un generador variable como es el eólico, el ideal sería establecer contratos de venta de producción de la energía generada a un precio preestablecido, limitando al máximo la exposición al costo marginal. El desafío entonces consiste en encontrar un cliente que tenga la flexibilidad para establecer un contrato de esa forma. Una posibilidad de cliente con esa flexibilidad de contrato podría ser otra empresa generadora, con producción complementaria, que busque cumplir con la exigencia de su cuota de ERNC. Los clientes industriales o comerciales no lo son ya que requieren de un suministro constante de energía por parte de su proveedor.<sup>43</sup>

- **Incapacidad para financiar proyectos en base a flujos de caja:** La imposibilidad de materializar contratos de venta de largo plazo a su vez impide el acceso al financiamiento. En efecto, la forma en que el marco actual remunera a los proyectos ERNC - ausencia de precios de largo plazo estables junto a un alto riesgo de tener que salir a realizar compras y ventas en el mercado spot para dar cumplimiento a sus contratos y por lo tanto la no concreción de contratos- se traduce en que una parte importante de los proyectos de tipo eólicos no logran apalancar los recursos necesarios en el sistema financiero sobre la base de los flujos de caja provenientes de la venta de energía al mercado spot.<sup>44</sup> La existencia de contratos de venta de largo plazo, o los Power Purchase Agreements (PPA) son requisito fundamental al momento en salir

---

<sup>40</sup> Para mayor información de alternativas de comercialización de la electricidad en Chile ver CNE/GTZ 2009 “*Las energías Renovables No convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno*”, Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

<sup>41</sup> Esto supone un riesgo importante considerando la alta variabilidad de mostrada por el Costo Marginal en los últimos años, en el cual de acuerdo a Escenarios Energéticos (2010-2030) en el caso del SIC, éste ha oscilado desde valores de 30 a 40 dólares por MWh a más de 300 dólares por MWh, (este último valor condicionado por los cortes de gas argentino que exigieron alta generación con diesel en un mercado internacional de altos precios de combustibles)

<sup>42</sup> Escenarios Energéticos 2030, 2010

<sup>43</sup> Ibid

<sup>44</sup> Para proyectos minihidráulicos, dados los montos de inversión involucrados, madurez tecnológica y costos operacionales, el sector financiero los estaría financiando provisto la existencia de garantías

buscar financiamiento. Esto es de suma importancia ya que la gran mayoría los pequeños desarrolladores de proyectos busca financiamiento a través de deuda.

Otros temas en discusión en relación a la ley Corta III incluyen:

- **Inclusión de las generadoras en la obligación de la cuota:** En el sentido que la obligación a acreditar los retiros se limita exclusivamente a las generadoras y no a las distribuidoras. Al extender la obligación a las distribuidoras (es decir en la demanda) el incentivo para las generadoras a entrar al mercado de las ERNC se vería fortalecido.
- **Impacto sobre precios al consumidor:** Se critica que en el caso de aquellos proyectos ERNC cuyas evaluaciones de proyecto privadas sean no rentables, es altamente probable que se traspase el costo adicional a nivel de los contratos – es decir del generador al cliente final o consumidor.<sup>45</sup> De hecho es actualmente tema de discusión que aquellos contratos de compra-venta de energía con clientes finales han incorporado los costos asociados al cumplimiento de la ley, a través de cláusulas específicas, acarreando incertidumbre en los clientes finales, ya que carecen de certeza respecto del precio final de la energía.
- **No permite acreditar el uso de ERNC en el consumo:** Actualmente aquellos clientes que se vean motivados a incluir ERNC en sus consumos, por ejemplo, con el objeto de mejorar su huella de carbono - no tienen cómo acreditar esos consumos “verdes”.
- **La administración de la cuota:** En general la experiencia internacional indica que los sistemas de cuotas conllevan costos administrativos considerables, lo que puede frenar la efectividad de la política.<sup>46</sup>
- **Falta de independencia en la certificación de la generación con ERNC en manos del CDEC.** Si bien la reciente modificación realizada al CDEC – obligándolo a incluir a pequeños generadores dentro de su Directorio mejora la posición negociadora de las ERNC, ello no aborda una de las principales críticas hechas a este mecanismo y que es su falta de independencia. Una forma de abordar este problema en otros países ha sido con la creación de “CDEC” independiente para ERNC.<sup>47</sup>

Con todo, los cambios legislativos introducidos a la ley eléctrica constituyen un avance importante para permitir la entrada de las ERNC en la matriz eléctrica chilena. En su forma actual, el sistema de cuotas crea una demanda forzada por energías ERNC en la matriz eléctrica chilena. No obstante se identifican diversos temas que requieren ser abordados y sometidos a mayor discusión. Uno de ellos se refiere al nivel de la cuota. Un sistema de cuotas permite el desarrollo de un mercado ERNC pequeño y sólo en torno a aquellas tecnologías maduras. Se recomienda entonces ir revisando la cuota en forma periódica de forma de ir reflejando los cambios en la costo-efectividad (de largo plazo e incluyendo externalidades ambientales) experimentada por las distintas tecnologías. Por otro lado, el cómo realmente permitir la entrada de nuevos actores al mercado también surge como un tema pendiente. Asimismo, se requiere una mayor discusión en torno a la búsqueda de un marco de política que permita otorgar una mayor estabilidad en los precios de largo plazo enfrentados por el inversionista de forma que proyectos ERNC de alto nivel de inversión y bajos costos de operación, pero con variabilidad en la generación como son los eólicos, puedan materializar contratos de largo plazo y acceder al financiamiento necesario en base a sus flujos de caja. Asimismo, se hace necesario comenzar la plena identificación de todos los atributos - costos y beneficios - no sólo económicos sino ambientales y sociales que la sociedad valore asociados a las distintas tecnologías de generación de forma de ir incluyéndolos en los cálculos de costos y precios enfrentados por el sector. Finalmente, es importante los cambios regulatorios se complementen con un set de instrumentos orientados a las tecnologías más costosas o menor madurez tecnológica. En ese sentido, el conjunto de instrumentos de apoyo financiero al sector generados por CORFO en conjunto con

---

<sup>45</sup> Escenarios Energéticos 2030, 2010

<sup>46</sup> Fraunhofer 2005

<sup>47</sup> Por ejemplo en España.

la CNE surgen como importantes los cuales se analizan, preliminarmente, en la siguiente sección.

### 3.2.2. Instrumentos de Incentivo CORFO

Desde el año 2005 se han aprobado más de 211 proyectos ERNC en la cartera de proyectos CORFO, los que se encuentran en distintas fase desarrollo, algunos en su fase inicial –midiendo la disponibilidad de recursos- y otros finalizando sus estudios de factibilidad y analizando el tema del financiamiento o la construcción. Del total, a Diciembre de 2009, habían 139 proyectos validados (es decir, que efectivamente han recibido apoyo CORFO), equivalentes a 2.439 MW e involucrando una inversión estimada de US\$ 4.870 millones. De ellos, un total de 17 proyectos serían proyectos considerados como exitosos por la institución, es decir, que ya están operando o en construcción, involucrando un total de 171 MW y una inversión estimada de US\$ 344 millones (ver Tabla 3.1). En su gran mayoría (14 proyectos) corresponden a proyectos mini-hidro, y el resto eólicos y biomasa (ver Tabla 3.2).

**Tabla 3.1: Resumen Cartera CORFO Proyectos ERNC por tipo de Instrumento**

Instrumento	2005	2006	2007	2008	2009	No Total de Proyectos	No Proyectos Exitosos
Preinversión básica	49	45	62	20	35	211	17
Preinversión avanzada	-	-	-	-	5	5	2
Crédito ERNC	-	-	-	-	5	5	5
Crédito Ambiental			1	2		5	

Fuente: Corfo

**Tabla 3.2: Resumen Cartera Proyectos CORFO según tipo de ERNC**

Tipo ERNC	No Proyectos totales	No Proyectos exitosos
Minihidro	78	13
Biomasa	37	2
Eólico	89	2
Geotermia	6	0
Solar	1	0
<b>Total</b>	<b>211</b>	<b>17</b>

Fuente: Corfo

A continuación se provee de un breve análisis de los principales instrumentos.

**Incentivos a la pre-inversión:** los incentivos a la pre-inversión, como se expuso en la sección 3.1.2, buscan co-financiar los estudios de pre-inversión tanto en su fase preliminar como más avanzada. En general, a partir de entrevistas con distintas partes interesadas del gobierno y del sector privado (asociaciones gremiales, empresas generadoras y desarrolladores de proyectos),

los incentivos a la pre-inversión han sido evaluados positivamente por el mercado. No obstante, los montos involucrados (50% del costo total del estudio con un tope de US\$ 60.000 siempre que no supere el 2% del valor estimado de la inversión total en el caso de pre-inversión preliminar y de hasta 50% del costo total de estudio con un tope de US\$ 160.000 con tal que no supere el 5% de la inversión total para pre-inversión avanzada) son considerados bajos, especialmente cuando se trata de grandes proyectos. En ese sentido, se apunta a que el mayor impacto de estos instrumentos sería en proyectos ERNC pequeños donde los montos de recursos totales a destinar con estos fines sería menores y por lo tanto el impacto del instrumento mayor.

**Créditos blandos:** En cuanto a los créditos especiales para proyectos ERNC (créditos a tasa y plazos preferentes), constituyen un pilar fundamental en la disponibilidad de crédito por parte del sector financiero, en un contexto donde la banca simplemente no estaba dando financiamiento a proyectos ERNC en Chile. En efecto, la falta de financiamiento se identifica como un gran cuello de botella considerando que la gran mayoría los pequeños desarrolladores de proyectos busca financiamiento a través de deuda, poniendo así de manifiesto la necesidad de generar nuevos instrumentos y capacidades para financiar el sector. Por lo tanto, la disponibilidad de estos créditos blandos se considera un gran avance en ese sentido. No obstante su despliegue es aún restringido debido a que si bien se registran 5 bancos que han pedido solicitud para operar los créditos (BICE, Santander, Security, Itaú y Banco de Chile) sólo el BICE registra operaciones. En cuanto a los spread, al último trimestre de 2009, si bien las tasas de interés “costo de fondo” aplicadas por CORFO a la banca privada variaba entre 1,8 y 2,1%<sup>48</sup> dependiendo del plazo del préstamo, el spread cobrado por el banco era del orden de 2%.<sup>49</sup> Con todo, relevando la importancia que significa la existencia de estos créditos blandos a las ERNC, se identifican problemas estructurales mermando la disponibilidad del financiamiento a las ERNC a nivel general. En particular, la falta de interés y conocimiento por parte del sector financiero de las distintas tecnologías ERNC se traduce en una escasez de instrumentos de financiamiento, y para los existentes (como los créditos blandos) se realizan a través del cobro de altos spreads y la exigencia de garantías extra-proyecto a los desarrolladores.<sup>50</sup>

**Fondos de garantía:** instrumento recientemente creado a fines de 2009 que busca, justamente, abordar el tema de la exigencia de garantías extra-proyecto mencionado más arriba. El nuevo instrumento cubre hasta un 50% del valor del crédito blando (es decir un tope de US\$ 7,5 millones) y rige durante el período de construcción del proyecto, que es considerado el período más riesgoso. Ello es considerado un avance muy importante, ya que el problema de acceso al financiamiento a proyectos ERNC es especialmente agudo para aquellos proyectos vinculados a pequeños actores, ya que faltan de las garantías/ respaldos necesarios para hacer efectivos en caso de no cumplimiento. Este es un gran cuello de botella identificado considerando que la gran mayoría los pequeños desarrolladores de proyectos espera financiarlos a través de deuda.<sup>51</sup> No obstante este avance existe consenso en que es altamente probable que este sólo instrumento no sea suficiente para abordar totalmente el problema arriba señalado, por lo que surge la necesidad de identificar formas alternativas para complementarlo.

---

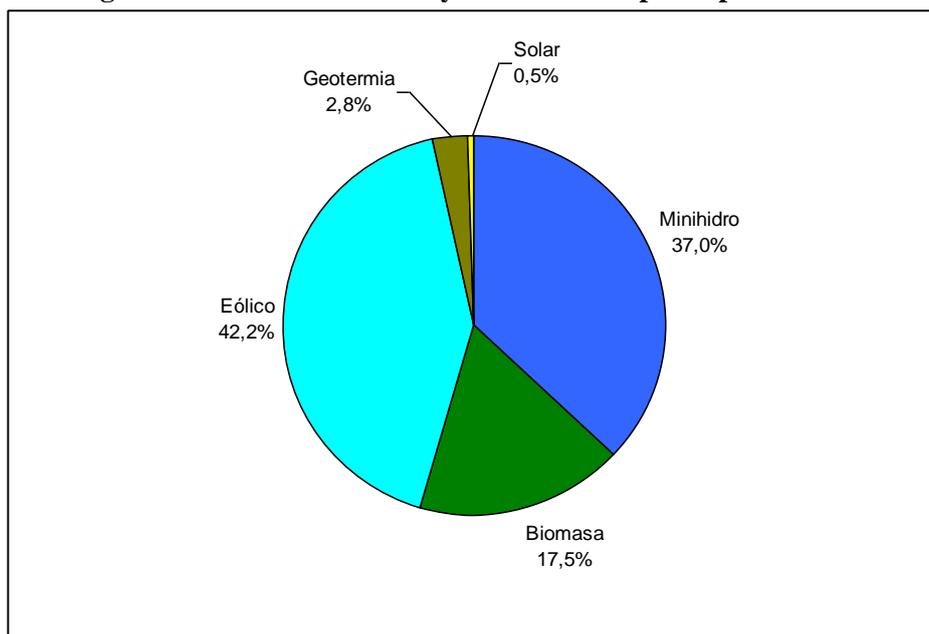
48 CORFO (2010) Tasas de Interés Líneas Bancarias de Intermediación Financiera, Gerencia de Intermediación Financiera, CORFO

49 Isabel Aranzáez, Ejecutiva Crédito CORFO ERNC, comunicación personal

50 CORFO, de acuerdo a su ley orgánica, no puede ejecutar directamente los recursos sino debe canalizarlos a través del sistema financiero.

<sup>51</sup> Steinacker (2007)

**Figura 10: Cartera Total Proyectos CORFO por Tipo de ERNC**



Fuente: CORFO

**Subsidios específicos a proyectos en geotermia y solar:** Estos instrumentos buscan abordar problemas específicos a determinadas tecnologías ERNC como por ejemplo, riesgo de exploración a la geotermia y subsidios directos a la inversión energía solar dado su aún alto costo de inversión. El subsidio a la inversión en energía solar involucra a 2 proyectos puntuales y a muy baja escala y en distintas tecnologías de tipo solar –una planta solar fotovoltaica de 0.5 MW y otra de concentración solar de 10 MW – con el objeto de complementar el sistema eléctrico de Atacama y de vender al SING o SIC, respectivamente. En ese sentido el valor de este instrumento es puntual al apoyo de estos 2 proyectos de demostración en el país y no de forma masiva. Sin embargo se destaca que dentro de las bases de la licitación para adjudicarse el instrumento se incluyen requisitos de desempeño adicionales en términos que los proyectos deben estar vinculados a iniciativas complementarias de desarrollo profesional o tecnológico local lo cual es positivo buscando expandir el impacto del instrumento. El subsidio a la geotermia se enfoca a la fase de exploración profunda, la fase del proyecto para este tipo de tecnología que es considerada más riesgosa. Sin embargo, dados los altos montos de inversión involucrados en este tipo de proyectos y la necesidad de hacer economías de escala, es probable que un desarrollo más significativo de la tecnología requiera de otro tipo de instrumentos complementarios para disminuir su riesgo económico.

**Subsidios a redes de transmisión:** El subsidio a las redes de transmisión se encuentra en contraloría por lo que no se poseen detalles sobre la operativa del instrumento. Apunta a facilitar el desarrollo de redes de transmisión para proyectos ERNC cercanos pero que se encuentran alejados de las redes de transmisión, tema que se vislumbra como un cuello de botella importante al desarrollo de las ERNC considerando que en muchos casos los mejores proyectos ERNC se encuentran en localizaciones remotas o alejadas de la red. Así también abordaría, parcialmente, la crítica a la Ley Corta I, en el sentido que sólo subsidia proyectos localizados en la red troncal excluyendo aquellos en la parte de sub-transmisión.

Con todo, existe consenso que los instrumentos de incentivo son un avance importante para la promoción de las ERNC en el país. Los cambios regulatorios, a través de asegurar conexión a la red y eximir de pago de peajes y, crucialmente, la creación de una demanda forzada, han permitido la incorporación de las ERNC en la matriz eléctrica chilena. Los instrumentos de incentivo fiscal, han facilitado el financiamiento a la pre-inversión de proyectos ERNC así como

acceso al financiamiento de los proyectos mismos, en un contexto donde la banca nacional simplemente no lo estaba haciendo, por lo cual constituyen un paso importante. el nuevo instrumento de garantías CORFO para fomentar acceso al crédito para proyectos ERNC apunta efectivamente a mejorar una situación donde la falta de financiamiento a proyectos ERNC se torna especialmente aguda para proyectos vinculados a pequeños actores, ya que faltan de las garantías/ respaldos necesarios para hacer efectivos en caso de no cumplimiento.

Por otro lado, existe la inquietud de que éstos esfuerzos están orientados a hoy tecnologías ya maduras y son probablemente insuficientes para lograr que muchos proyectos, especialmente aquellas en base a tecnologías con mayores niveles de inversión, bajos costos de operación y variabilidad en la generación como son los proyectos eólicos y solares - logren la estabilidad económica de largo plazo que necesitan para materializar contratos y conseguir financiamiento en base a sus flujos de caja. Todo lo anterior refuerza la importancia de buscar instrumentos regulatorios, de incentivo y financieros adicionales para promover el desarrollo del sector. Asimismo, surge la necesidad de realizar avances en la plena identificación de todos los atributos no sólo económicos sino también ambientales y sociales asociados a las distintas tecnologías de generación de forma de ir incluyéndolos plenamente en los cálculos de costos y precios enfrentados por el sector.

Finalmente, la Tabla 5 resume los principales instrumentos regulatorios y de incentivo, según sus características, fortalezas y temas a abordar

**Tabla 5: Resumen de Medidas Regulatorias y Fiscales a las ERNC en Chile**

Instrumento	Características principales	Fortalezas	Debilidades
<b>Ley Corta I</b>	Asegura conexión a proyectos ERNC y exime de pago de peaje a plantas menores a 20 MW	Impacto económico positivo (aumento rentabilidad) de proyectos ERNC.	Aborda a proyectos en sistema troncal y no en la sub-transmisión Impacto no es suficiente para proyectos eólicos
<b>Ley Corta III</b>	Cuota mínima de ERNC de 5% de las ventas de energía desde el 2010, porcentaje que aumenta en 0,5% desde 2014 hasta llegar a 10% el 2024. También introduce multa por incumplimiento de 0.4 (UTM) por MWh de déficit que aumenta a 0.6 UTM por MWh de déficit por incumplimiento reiterado dentro de 3 años	Crea demanda forzada por proyectos ERNC Estimula desarrollo de tecnologías ERNC maduras y de bajo costo Rápido desarrollo si se acompaña de voluntad política	Dado que regulador decide cuota y mercado el precio, alto riesgo económico enfrentado por inversionista Ausencia de precios estables de largo impide desarrollo de generadores de alta inversión, bajo costo de operación y generación variable Genera mercado ERNC pequeño Desfavorece desarrollo tecnologías más costosas o menos maduras, en desmedro de diversificación tecnológica Nivel de fijación de cuota es clave. Necesidad de revisarla periódicamente de manera de reflejar cambios en costo-efectividad de tecnologías. Ante existencia de actores dominantes el mercado se puede tornar poco transparente e inhibe entrada de nuevos actores Multas bajas pueden inhibir cumplimiento Costo de administración altos
<b>Subsidios pre-inversión</b>	Co-financiamiento a estudios de pre-inversión (50% costo del estudio, tope de US\$ 60.000) e inversión más avanzada (50% costo estudio, tope de US\$ 160.000)	Buen complemento para el desarrollo de tecnologías ERNC Surge como el primer paso al desarrollo mercado ERNC	Requiere de instrumentos complementarios

<b>Créditos Blandos</b>	Hasta US\$ 13.5 millones, con un período de pago de 13 años y un período de gracia de 36 meses	Posibilita financiamiento a proyectos ERNC	Cobro de altos spreads por la banca privada Requiere instrumentos de financiamiento alternativos/complementarios (eg, garantías)
<b>Fondos de Garantía</b>	Hasta 50% valor proyecto hasta US\$7,5 millones vigente durante período de construcción	Facilita canalización de recursos financieros a proyectos ERNC dado que se evalúan en base a garantías extra proyectos	Requiere de instrumentos complementarios (eg, créditos blandos)
<b>Subsidio energía solar</b>	Subsidios de hasta US\$ 15 millones totales para una planta solar fotovoltaica de 0.5 MW y otra de concentración solar de 10 MW.	Estimulo puntual a 2 proyectos demostrativos	Desarrollo masivo de la tecnología solar requiere de instrumentos adicionales (ej. precios garantizados)
<b>Subsidio geotermia</b>	Subsidio de hasta US\$ 8 millones por proyecto para exploración de hasta 3 pozos verticales de más de 1.000 metros de profundidad: un 70%, 50% y 30% de los costos anticipados aprobados (CAA) del primer, segundo y tercer pozo, respectivamente.	Impacto positivo pues mitiga parcialmente riesgo en fase de exploración que es la más riesgosa	Desarrollo de la tecnología geotermal requiere acciones complementarias como agilizar sistema de concesiones geotérmicas.
<b>Subsidios Asociatividad Redes de Transmisión</b>	Subsidio a proyectos ERNC ligados a distintas empresas (distribuidoras o de transmisión) con tope de UF 18.000/año por 5 años.	Incentiva localización de proyectos ERNC en zonas remotas Aborda parcialmente problema de falta de conexión en zonas de subtransmisión (no consideradas por Ley Corta I)	Requiere de fuerte coordinación entre las distintas empresas involucradas

Fuente: elaboración propia

## 4. Temas clave para un mayor desarrollo de las ERNC en Chile

Como argumenta la sección anterior, el marco regulatorio e instrumental disponible, si bien significan un avance significativo en promover las ERNC en Chile, no serían suficientes para promover un desarrollo significativo del sector ni tampoco apuntan, como argumenta esta sección, a capturar todas las potencialidades asociadas a las energías renovables. Esta sección identifica temas clave a ser abordados para facilitar un mayor desarrollo del sector maximizando sus beneficios y propone alternativas para ello. Básicamente, se refieren a temas en cuatro ámbitos: la importancia de avanzar en políticas e instrumentos para fomentar el desarrollo de las ERNC; la incorporación de externalidades ambientales; mejorar el acceso y disponibilidad de financiamiento y el fortalecimiento de capacidades locales.

### 4.1. Las Políticas de Apoyo a las Energías Renovables

Chile, a través de la introducción de los cambios regulatorios y la introducción de los incentivos fiscales, ha dado los primeros pasos en promover las ERNC. No obstante, como se concluye del capítulo anterior, la promoción de un sector ERNC significativo requerirá de mayores esfuerzos. De hecho, la experiencia de otros países demuestra que las ERNC sólo se han desarrollado en forma exitosa en circunstancias que se ha dado un apoyo adecuado al mercado a través de políticas ambiciosas e integrales.

A partir de la experiencia internacional, se identifican una serie de elementos relevantes en la formulación de políticas de apoyo efectivas al desarrollo de las energías renovables y que son importantes de considerar al momento de decidir qué políticas o instrumentos adicionales se podrían incluir en la promoción del sector en Chile. Estos elementos se identifican a continuación.

**Existen diversos instrumentos de política para el desarrollo de las energías renovables, los cuales han evolucionado en el tiempo:** Desde los años 70s a la fecha las políticas de promoción a las energías renovables han ido evolucionando. Con la crisis del petróleo de comienzos de los 70s y la consecuente necesidad de buscar fuentes energéticas alternativas, se comenzaron a dar los primeros pasos al apoyo a las energías renovables. En un principio se dio un fuerte foco a la promoción de I&D, para luego, a fines de la década de los 70s, comenzar a implementar instrumentos para el despliegue y desarrollo del mercado tales como precios garantizados (feed-in tariffs), incentivos a la inversión e incentivos tributarios, entre los más importantes. Así, hacia mediados de los 80s la mayoría de los países industrializados ya contaban con programas de I&D. Finalmente, hacia fines de los 1990 y comienzos de la presente década, en tándem con el nuevo ímpetus a la promoción de las energías renovables y considerando el desarrollo tecnológico alcanzado por la industria, se comenzaron a introducir nuevos instrumentos tales como porcentajes de penetración para las energías renovables (i.e los Renewable Portfolio Standards, obligaciones o cuotas), compras de energías verdes o certificados verdes, permisos transables así como instrumentos de apoyo a tecnologías renovables específicas.<sup>52</sup> Actualmente cerca de 70 países en el mundo cuentan con políticas de apoyo y que incluyen una variedad de instrumentos tal y como resume la Tabla 4.1. La política más común son los precios garantizados o feed-in tariffs.

**Tabla 4.1: Políticas de Promoción a las Energías Renovables en el Mundo**

---

<sup>52</sup> UN 2005 *Increasing Global Renewable Energy Market Share Recent Trends and Perspectives – Background Report*, United Nations Department of Economics Affairs

País	Precios garantizados	Renewable Portfolio Estándar	Subsidios al capital y grants	Créditos a la inversión u otros	Impuestos a la venta, a la energía, al consumo o reducción de IVA	Certificados transables de energía renovable	Pagos a producción de energía o créditos fiscales	Net Metering	Inversión pública, préstamos o financiamiento	Licitaciones competitivas
<b>Países desarrollados y en transición</b>										
Alemania	x		x	x	x				x	
Australia		x	x			x			x	
Austria	x		x	x		x			x	
Bélgica		x	x		x	x		x		
Canadá	(*)	(*)	x	x	x			(*)	x	(*)
Chipre	x		x							
Corea	x		x	x	x				x	
Croacia	x			x					x	
Dinamarca	x				x	x		x	x	x
Eslovenia	x								x	
España	x		x	x					x	
Estados Unidos	(*)	(*)	x	x	(*)	(*)	x	(*)	(*)	(*)
Estonia	x				x					
Finlandia			x		x	x	x			
Francia	x		x	x	x	x			x	x
Grecia	x		x	x						
Hungría	x				x	x			x	
Irlanda	x		x	x		x				x
Israel	x									
Italia	x	x	x	x		x		x		
Japón	(*)	x	x			x		x	x	
Letonia	x								x	x
Lituania	x		x	x					x	
Luxemburgo	x		x	x						
Malta	x				x					
Noruega			x	x		x				x
Nueva Zelanda			x						x	
Países Bajos	x		x	x		x	x			
Polonia		x	x		x				x	x
Portugal	x		x	x	x					
Reino Unido		x	x	x	x	x				
República Checa	x		x	x	x	x		x		
República Eslovaca	x			x					x	
Rumania					x					
Rusia			x			x				
Suecia		x	x	x	x	x	x			
Suiza	x									
<b>Países en desarrollo</b>										
Algeria	x			x	x	x				
Argentina	x		x	(*)	x		x			
Brasil	x								x	x
Cambodia			x							
Chile	x		x							
China	x		x	x	x				x	x
Costa Rica	x									
Ecuador	x			x						
Filipinas			x	x	x				x	
Guatemala				x	x					
Honduras				x	x					
India	(*)	(*)	x	x	x		x		x	x
Indonesia	x									
Marruecos				x						
México				x				x		
Nicaragua	x			x	x					
Panamá							x			
Sri Lanka	x									
Sudáfrica			x							
Tailandia	x		x					x	x	
Túnez			x	x						
Turquía	x		x							
Uganda	x								x	

Fuente: REN21 (2007) Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat, Paris and WorldWatch Institute, Washington DC

(\*): Políticas a nivel de estados o provincias.

Sólo incluyen políticas promulgadas.

**La promoción de las energías renovables no es un nicho exclusivo para países industrializados sino también para economías en desarrollo y emergentes:** Las políticas para promover la generación de energía renovable se ha dado en forma efectiva en diversas naciones en desarrollo y transición. En los últimos años ha habido una aceleración en el ritmo de adopción de estas políticas en estos países y actualmente más de 20 países en desarrollo las han implementado (ver Tabla 4.1). Entre los ejemplos más exitosos se incluye India en generación eólica y solar en China. En América Latina dentro de las experiencias exitosas, destaca Brasil que en 2004 comenzó con el Programa Proinfa que otorga incentivos directos a la promoción de generación en base a biomasa, eólica y mini-hidro, entre los cuales incluyen la suscripción de contratos de energía (PPA) entre la empresa estatal Electrobras y las generadoras en base a renovables. Otros países de la región que destacan por sus políticas incluyen México que posee una ley de energías renovables que fomenta el uso de la energía eólica, establece metodologías para la valoración de electricidad en base a renovables y que crea un fondo nacional para energías renovables. Argentina, además de poseer un fondo nacional para energías renovables, cuatro de sus provincias cuentan con leyes de promoción a las renovables que incluyen reducciones de impuesto a la propiedad y a la renta, subsidios a la producción de electricidad y precios garantizados (US\$30 centavos/kWh a la solar fotovoltaica y US\$ 0.5 centavos para otras tecnologías<sup>53</sup>). Ecuador también otorga precios garantizados a la energía eólica, solar fotovoltaica y biomasa a la vez que las exime de algunos impuestos.

**La efectividad de los instrumentos y políticas es positiva:** a la luz de la experiencia internacional en el uso de distintos instrumentos para promover las energías renovables se infiere lo siguiente:

- El fuerte desarrollo de mercado experimentado durante la última década sugiere que las políticas, en general, son efectivas y que en aquellos casos donde no existe apoyo gubernamental el mercado no se desarrolla.<sup>54</sup>
- El desarrollo del mercado resulta de una combinación de políticas y no de una política en forma aislada (normalmente una combinación de incentivos financieros, precios garantizados y fuerte impulso a la I&D).<sup>55</sup>
- El desarrollo del mercado depende, fuertemente, de la implementación (y credibilidad) de políticas de largo plazo. Por ejemplo, en el caso de los precios garantizados se implementan típicamente en horizontes entre 8 y 20 años.<sup>56</sup>
- Considerando que se trata de tecnologías de altos niveles de inversión y bajos costos de operación, las políticas de promoción deben apoyar marcos que proveen incentivos y tarifas/precios estables en el largo plazo (por ejemplo, en los PPA (Power Purchase Agreements)).<sup>57</sup>
- Se identifican los precios garantizados o feed-in tariffs como la forma más eficiente y efectiva de promover el desarrollo del mercado de las energías renovables<sup>58</sup>. Ello, debido a que en virtud del bajo riesgo enfrentado por el inversionista y que al establecerse de acuerdo al desarrollo tecnológico de cada tecnología, incentiva la innovación permitiendo el desarrollo de un mix homogéneo de tecnologías. Este instrumento ha tenido el mayor efecto sobre el desarrollo de la energía eólica aunque también sobre la energía solar, biomasa y minihidro.<sup>59</sup> Por otro lado, se les ha

---

<sup>53</sup> REN21 2007 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century Secretariat, Paris and WorldWatch Institute, Washington DC.

<sup>54</sup> IEA 2004, *Renewable Energy: Market and Policy Trends in IEA Countries*. International Energy Agency, Paris, France

<sup>55</sup> Ibid

<sup>56</sup> Ibid

<sup>57</sup> Martinot E., Chaurey, A., Lew, D., Moreira, J., and Wamukonya, N., 2002. *Renewable Energy Markets in Developing Countries*. Annual Review of Energy and the Environment 27: 309-48

<sup>58</sup> Fraunhofer 2005

<sup>59</sup> REN21 2007 .

criticado que conlleva un alza en el precio final al consumidor. Así, en base a la experiencia internacional se identifican una serie de buenas prácticas en su diseño e implementación para el buen funcionamiento de este instrumento tales como: establecer una estructura de precios-fijos para cada tecnología en base a sus características específicas (i.e. potencial del recurso; distribución geográfica y madurez tecnológica) y, crucialmente, que el beneficio se establezca en forma decreciente en el tiempo, i.e. de acuerdo al grado de madurez que vaya alcanzando cada tecnología, de forma de evitar la sobre compensación.<sup>60</sup>

- Los sistemas de cuotas son considerados como instrumentos menos eficientes para apoyar el desarrollo de las energías renovables desde el punto de vista de la sociedad como un todo, ya que adicionalmente al mayor riesgo que debe enfrentar el inversionista (i.e el regulador define la cantidad y el mercado el precio), las ganancias por eficiencia son capturadas por el productor y no por el consumidor.<sup>61</sup>
- La eliminación de políticas de mercado distorsionantes, por ejemplo, los subsidios a los combustibles fósiles, se identifica como la forma más efectiva de promover las energías renovables en forma económicamente eficiente.<sup>62</sup>

**Las políticas para el desarrollo de las ERNC son apuestas integrales y de largo plazo:** Las políticas en torno a las energías renovables buscan capturar beneficios más allá de la generación de energía y diversificación de la matriz sino crucialmente de desarrollo tecnológico y empleo de calidad. En efecto, países que han sido exitosos en el desarrollo del sector de las energías renovables como España, Alemania y Estados Unidos, las energías renovables han sido consideradas como apuestas estratégicas de largo plazo y no sólo con fines de lograr una matriz energética diversificada, autónoma y limpia si no, crucialmente, de potenciar un nuevo polo de desarrollo tecnológico y la creación de empleo calificado. Esa apuesta, en conjunto con los otros beneficios asociados, es la que en definitiva ha justificado en estos países el fuerte apoyo gubernamental al sector. A modo de ejemplo, el cluster eólico de Navarra en España durante 2006 generó más de 4.000 empleos y con ventas del orden de 3.585 millones euros, contribuyendo con el 5% del producto interno bruto de Navarra y el 50% de sus exportaciones. A nivel de España como un todo el sector de energías renovables han generado un total de 180 mil empleos.<sup>63</sup> En el caso de Massachussets, EE.UU, las energías renovables al 2004 habían generado una inversión por US\$ 119 millones en 350 proyectos, un total de 10.000 empleos calificados (entre tecnologías ERNC y eficiencia energética) y vinculado con una aceleración en la tasa de crecimiento del producto, innovación y adaptación tecnológica.<sup>64</sup> La experiencia de California también demuestra que la generación de empleo no necesariamente proviene del desarrollo de la tecnología misma, sino crucialmente de la parte de instalación, puesta en marcha y mantención. Con todo a nivel mundial las energías renovables han generado más de 2 millones de empleos directos, cuyo desglose por tecnología se detalla en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3. Empleo Directo Generado por las Energías Renovables en el Mundo**

Tecnología	Empleos Globales (Número de personas)
Eólico	300.000
Solar	170.000
Solar Termal	624.000
Biomasa	1.174.000

<sup>60</sup> Ibid

<sup>61</sup> Ibid

<sup>62</sup> UN 2005

<sup>63</sup> CENER 2007 *Claves de Prefactibilidad para la Implantación de un Centro Tecnológico Especializado en Energías Renovables en la Región del Bío Bío, Chile*, Presentación power point 25 Octubre 2007 , Centro Nacional de Energías Renovables

<sup>64</sup> Jessen K, 2005, *Clean Energy: an emerging opportunity*, Renewable Energy Trust

Minihidráulicas	39.000
Geotermal	25.000
Total Renovables	2.332.000

Fuente: SEFI-UNEP 2009

**La promoción de las energías renovables requiere de fuertes capacidades regulatorias:** La formulación e implementación de estas políticas no es tarea fácil y requiere de reguladores altamente capacitados para comprender el amplio rango de factores políticos, regulatorios, técnicos, financieros y organizacionales que influyen la viabilidad de las tecnologías renovables y cómo éstas van variando en el tiempo.<sup>65</sup>

**Las políticas de apoyo por sí solas no bastan, se deben acompañar de políticas complementarias:** Más allá del tipo de instrumentos elegidos para promover las energías renovables, éstos deben ser acompañados por políticas complementarias de educación, certificación y seguimiento. En efecto, las recomendaciones del National Renewable Energy Laboratory (NREL) para programas de desarrollo de energías renovables efectivos, a partir de la experiencia en Estados Unidos, destaca la necesidad de educar al público sobre las tecnologías ERNC y los programas de incentivo disponibles, la necesidad de que los incentivos sean decrecientes en el tiempo, formas de implementación fáciles y concisas, mecanismos de certificación de calidad, y hacer seguimiento detallado de los distintos programas a través de estudios de efectividad.<sup>66</sup>

Con todo, de lo anteriormente planteado se deduce que existe una diversidad de acciones que se podrían emprender en Chile. Si bien el país ha dado sus primeros pasos en el desarrollo del sector, la experiencia internacional indica que se requieren de esfuerzos aún más significativos en términos de instrumentos de política para un desarrollo exitoso del sector. Dentro del mix de instrumentos a implementar se requiere identificar marcos que provean incentivos y estabilidad económica en el largo plazo para un desarrollo exitoso del sector. En particular, los precios garantizados o feed-in tariffs surgen como el instrumento más efectivo y eficiente en promover el sector. Lo anterior, no obstante, se plantea como desafiante considerando que el mercado eléctrico chileno ha sido tradicionalmente liberal en sus políticas por lo que posee una visión negativa respecto de una mayor intervención de mercado para apoyar a las ERNC<sup>67</sup>, por lo que se hará necesario abrir espacios de discusión informada sobre las bondades y costos de implementar este tipo de instrumentos u otros marcos alternativos que otorguen la estabilidad de largo plazo requerida. Asimismo, la eliminación de políticas distorsionantes como son los subsidios a los combustibles fósiles (por ejemplo, revisar en estos términos la continuidad del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo existente en Chile o el subsidios al diesel) o bien avanzar en la internalización de externalidades (tema que se aborda en el siguiente punto) también surgen como acciones necesarias. Finalmente la implementación de políticas en torno a capturar beneficios de desarrollo tecnológico y empleo de calidad y fortalecimiento de capacidades en la formulación e implementación de políticas para promover el sector así como desarrollo de políticas complementarias de educación, certificación y seguimiento también surgen como importantes.

## 4.2. Incorporación de externalidades ambientales

Una de las grandes fuerzas impulsoras actualmente promoviendo las energías renovables en el mundo es su posibilidad de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo,

<sup>65</sup> Martinot et al 2002

<sup>66</sup> Wisner, Ryan, Steven Pickle, and Joseph Eto. 1998. *Details, Details... The Impact of Market Rules on Emerging "Green" Energy Markets*. LBNL-41812. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

<sup>67</sup> Steinacker M, 2007, UNEP

la IEA proyecta que para un escenario de estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 450 ppm de CO<sub>2</sub>eq al 2030 a nivel global se requiere un alza de 33% en la penetración de las energías renovables junto a una disminución significativa en los combustibles fósiles (47% para el carbón, 15% en el petróleo y 17% en el gas).<sup>68</sup>

En Chile, si bien de acuerdo a la nueva política energética chilena (ver Capítulo 2), uno de los objetivos amplios es la sustentabilidad ambiental y la promoción de las ERNC se enmarcan en dicho objetivo estratégico, existen ciertos temas que requieren ser atendidos para el logro cabal de dicho objetivo, los cuales se identifican y discuten a continuación.

**Se proyecta una importante alza en emisiones del sector explicadas esencialmente por mayor participación de energías fósiles:** Estudios existentes en la materia<sup>69</sup> proyectan alzas entre 2,8 y 3,9 veces al año 2030 en las emisiones de CO<sub>2</sub> de Chile con respecto al escenario base. Estas alzas serían lideradas por emisiones del sector transporte y electricidad, siendo el gran responsable para el caso de generación electricidad la entrada en operación de numerosos proyectos a carbón, los que de acuerdo a proyecciones de la autoridad explicarían el 26% de la potencia instalada en la matriz energética al 2020 versus un 10% de ERNC. Ello ocurre en un contexto en que actualmente se encuentra en negociación las reducciones asociadas para el segundo período de cumplimiento del protocolo de Kyoto. Si bien Chile en su condición de país no-Anexo I no estaría sujeto de metas de reducción concretas de CO<sub>2</sub> para el próximo período de cumplimiento, esto ciertamente supone una situación preocupante por los costos que puede generar. Un primer elemento de presión es el reciente compromiso unilateral (y voluntario) del gobierno chileno en la Cumbre de Copenhague de diciembre de 2009 de reducir en un 20% sus emisiones de CO<sub>2</sub> al año 2020. Dicha reducción se basa casi totalmente en la implementación de la Ley de Energías Renovables (Ley Corta III) y de la Ley sobre Eficiencia Energética (actualmente en etapa de formulación). Otro elemento es el ingreso de Chile a los países de la OCDE, los cuales son los más exigidos en cuanto a compromisos en el tema de la reducción del cambio climático. Finalmente, la fuerte sensibilidad ambiental de la estructura exportadora de Chile, lo que la hace vulnerable a futuras exigencias “climáticas”<sup>70</sup> en un contexto donde los principales países importadores y sujetos a compromisos de reducción de emisiones no descartan la implementación de acciones unilaterales sobre las importaciones intensivas en CO<sub>2</sub> de países que no hagan esfuerzos equivalentes. Este, en efecto, el problema del cambio climático es un tema que preocupa a la autoridad energética, por lo que recientemente ha dispuesto la creación de la Unidad de Cambio Climático al interior de la nueva División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía.

**Captura parcial de externalidades:** La captura de externalidades ambientales en Chile es sólo parcial. No existe normativa para la internalización de externalidades globales como son las emisiones de CO<sub>2</sub> y en cuanto a las emisiones locales, más allá de los estudios de impacto ambiental en que recomienda medidas de mitigación a los proyectos en caso de ser necesario, se encuentra el anteproyecto de la norma a las emisiones de las termoeléctricas que fue recién aprobado en diciembre de 2009, luego de varios años de discusión. La norma fija las emisiones de contaminantes locales tales como material particulado (MP), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NOX), entre otros, para este tipo de generación. Sin embargo, la norma no regula las emisiones de CO<sub>2</sub> de las termoeléctricas. En la práctica ello significa que hoy en día en Chile, a partir de los instrumentos vigentes, sólo existe una parcial incorporación de las externalidades ambientales locales. Ello significa para el desarrollo de las ERNC, que son por

---

<sup>68</sup> IEA 2008 *World Energy Outlook 2008*. International Energy Agency, Paris

<sup>69</sup> PROGEA (2009) “*Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación*” Programa de Gestión y Economía Ambiental del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, Junio, Santiago de Chile; CEPAL 2009 “*La Economía del Cambio Climático en Chile*”, ECLAC, United Nations, Santiago de Chile

<sup>70</sup> Samaniego J. 2009 *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile

lo general de mucho menor impacto ambiental - tanto local como global –que en definitiva no compiten en igualdad de condiciones con las tecnologías tradicionales. En efecto, si se pudieran además sumar otras bondades asociadas a las ERNC como son el impacto sobre el medio ambiente, la generación de empleo, desarrollo industrial, impacto sobre el sistema de innovación, que se desprenden a partir de la experiencia internacional, posiblemente se generaría un escenario bastante más favorable para este tipo de tecnologías. De hecho, en un reciente taller “Modelo Marginalista: incentiva o desincentiva a las ERNC” organizado por una serie de instituciones<sup>71</sup> y que reunió a numerosos expertos del sector nacional se concluye que para fomentar el desarrollo de las ERNC en Chile se requiere, más que modificar al modelo en sí, es ir avanzando en la identificación de los atributos de las distintas tecnologías de generación para luego ir incorporándolos en los costos y precios enfrentados por el sector. Lo anterior pone de manifiesto la urgencia en avanzar en transparentar los costos y beneficios integrales de los distintos tipos de energía en Chile para hacerlas realmente comparables y así las decisiones estratégicas del país puedan también tomar en consideración los “atributos no-precio”.

**Existen diversos instrumentos para reducir externalidades:** Existen diversos instrumentos costo-efectivos para capturar externalidades. Por ejemplo, en el caso de las emisiones de carbono, se identifican dos instrumentos clave: los permisos de emisiones transables e impuestos al carbono. Actualmente es tema de debate internacional cuál de estos instrumentos es mejor pues cada uno posee ventajas y desventajas. En lo que sí hay consenso es que todo instrumento en forma aislada no es suficiente para lograr el objetivo y por lo tanto debe ser parte de un set integral de instrumentos de política. Por ejemplo la IEA identifica instrumentos complementarios tales como regulaciones y estándares a la eficiencia energética, la inversión creciente en investigación y desarrollo e información –por ejemplo, con etiquetados de aparatos de acuerdo a su consumo energético. Algunos de estos instrumentos complementarios como el etiquetado según consumo energético a los refrigeradores ya se han implementado en el contexto chileno –pero se requieren mayores avances en otros tipos de artefactos. Con todo, un mayor énfasis en el análisis y cuantificación de las externalidades positivas y negativas y los instrumentos para internalizarlas podría ser una de las tareas de la nueva División de Desarrollo Sustentable del nuevo Ministerio de Energía. Sin duda, este tipo de decisiones requiere de amplia discusión y debate público y necesariamente en coordinación por parte de las distintas instituciones competentes, incluyendo el Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Economía. En ese sentido, la reciente vinculación establecida por el Ministerio de Energía con la CONAMA, que se establece que el Ministro de Energía sea parte del Comité Ejecutivo de la CONAMA y que las SEREMI de Energía sean parte de las respectivas COREMAS, se considera como un primer paso hacia una mayor coordinación.

Con todo, en Chile el sector ERNC está siendo impulsado con una visión fuertemente estructurada en torno a los costos económicos inmediatos de las energías con el fin de no afectar la competitividad del país y con una incorporación de externalidades aún en fase muy incipiente. Esta visión no considera que las opciones energéticas afectan la competitividad del país no sólo debido a sus costos económicos directos de producción, sino también por variables asociadas a las preocupaciones globales de la sociedad, como es hoy el cambio climático. La falta de incorporación de externalidades ambientales tanto locales como globales va en desmedro del desarrollo de las ERNC, ya que no compiten en igualdad de condiciones con las tecnologías tradicionales. Existen diversos instrumentos costo-efectivos para capturar externalidades. Chile ha realizado algunos avances en ese sentido, pero se requieren esfuerzos más significativos, lo que pone de manifiesto la necesidad de avanzar en la identificación y captura de las externalidades que la sociedad valore. Un paso concreto en ese sentido, sería aprobar, finalmente, la norma que regula las emisiones a las termoeléctricas.

---

<sup>71</sup> Asociación de Empresas Eléctricas AG, Universidad Alberto Hurtado, Fundación Chile, AVINA, Fundación Futuro Latinoamericano, Universidad Católica de Chile y Universidad de Chile

### 4.3. Acceso al Financiamiento

La escasez de financiamiento para proyectos ERNC es uno de los grandes cuellos de botella detectados para el desarrollo de las ERNC en Chile. En general, como expone la sección 3.2.2, la valoración del riesgo de los proyectos ERNC en Chile se hace en función de las garantías extra proyecto y a la relación deuda capital de la inversión. Ello junto a una falta de interés del sector debido a, por ejemplo, la baja escala de la mayoría de los proyectos ERNC en relación a uno de energía convencional, y desconocimiento de las tecnologías ERNC mismas, hacen que la disponibilidad de financiamiento a partir de la banca privada sea prácticamente inexistente. Como REEEP (2008)<sup>72</sup> resalta, el financiamiento de proyectos ERNC requiere el desarrollo de un sector financiero con habilidades especiales donde un factor clave de éxito es un apetito por un tipo de riesgo específico – capital de largo plazo –, característica ausente en la gran mayoría de las economías emergentes, y que por lo tanto se debe proporcionar los instrumentos y condiciones adecuadas para que este desarrolle.

Si bien los créditos blandos a las ERNC y el instrumento de garantía CORFO en el contexto chileno apuntan en parte a abordar este grave problema, estas acciones necesitan ser reforzadas. En ese sentido, se identifican acciones en al menos 2 niveles: la identificación y desarrollo de nuevos instrumentos financieros para los proyectos ERNC y el fortalecimiento de capacidades en el sector financiero nacional, los cuales se abordan a continuación.

- **Desarrollo de nuevos instrumentos financieros:**

En un primer nivel, se identifica la falta de instrumentos para el financiamiento de proyectos ERNC como un desafío crucial que se debe abordar. Hasta hoy sólo se identifican los créditos y garantías CORFO. A continuación se identifican instrumentos alternativos.

**Project Finance:** la guía sobre el financiamiento a la energía renovable para formuladores de política recientemente publicado por UNEP, NEF, SEFI y Chatham House<sup>73</sup> destaca, entre otros, el uso del instrumento Project Finance o Special Purpose Vehicle (SPV). Este es un instrumento que ha sido tradicionalmente utilizado para el financiamiento de los proyectos de alto riesgo como son los de energía y minería dado que se adapta a las características de riesgo de estos proyectos. Este instrumento está siendo crecientemente utilizado para el financiamiento de proyectos de energías renovables en varias partes del mundo. La característica central de este instrumento es que el riesgo para los inversionistas queda limitado al proyecto mismo y la recuperación de la deuda está directamente vinculada a los ingresos generados por el proyecto, siendo la deuda con el banco preferente y por lo tanto pagada con los primeros ingresos generados por el proyecto. En general el SPV se combina con aportes de capital de los socios. En forma complementaria, en el caso de países en desarrollo, considerando que por lo general se trata de proyectos riesgosos, también se exige la participación de un organismo financiero multilateral para facilitar fondos en conjunto con la banca privada y/o la participación de una entidad gubernamental para proveer las garantías.

**Capital de riesgo:** El capital de riesgo es también un instrumento utilizado en forma importante para el financiamiento de proyectos ERNC en el mundo. Sin embargo, en el caso de países emergentes y en desarrollo como Chile, probablemente, no es una opción inmediata para financiamiento de proyectos locales dado que por el tamaño de sus economías y de sus

---

<sup>72</sup> REEEP 2008 *REEEP's Approach to Innovative Clean Energy Financing*, Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership. Disponible en:

<http://www.reeep.org/index.php?id=31&special=showHotTopic&iHotId=118>

<sup>73</sup> Chatham House, NEF, SEFI 2009 *Private Financing of Renewable Energy – a guide for policy makers*, Chatham House, New Energy Finance Sustainable Energy Finance Initiative of the United Nations Environmental Programme (UNEP)

mercados de capitales no del todo maduros, enfrentan restricciones de liquidez. En ese sentido, lo que se recomienda es una fuerte presencia gubernamental como acción mitigadora para apoyar la fluidez del mercado.

**Fondos de Pensiones:** otro instrumento destacado son los fondos de pensiones como una gran fuente potencial de nuevos fondos para proyectos ERNC. Sin embargo, ellos se ven como una oportunidad en el largo plazo ya que estos fondos requieren de niveles de inversión de gran envergadura en un contexto en que hoy en día las opciones de proyectos ERNC bien diversificados y de bajo riesgo son muy escasas, especialmente en el contexto de un mercado incipiente como es el chileno. En ese sentido, la recomendación es que el mercado de las energías renovables siga creciendo y madurando para ofrecer proyectos ERNC a la escala y riesgo adecuado para estos inversionistas institucionales.

- **Fortalecimiento de Capacidades en el Sector Financiero**

En otro nivel, se requiere urgentemente educar el sistema financiero respecto del riesgo y retorno de este nuevo mercado y en particular de las distintas tecnologías ERNC. La educación del sistema financiero sobre proyectos ERNC surge como una condición necesaria para formar especialistas que sean capaces de realizar una adecuada *due diligence* y por lo tanto una adecuada evaluación de riesgo de este tipo de proyectos. Si bien existe hoy una disposición incipiente de la banca privada en Chile a capacitarse en las tecnologías ERNC, el alto nivel de conocimiento específico involucrado para evaluarlos –conocimiento de tecnologías nuevas, regulación eléctrica, ambiental, etc.-, significa que de momento ello estaría reservado sólo para los grandes bancos que pueden destinar los recursos necesarios para ello. Un adecuado fortalecimiento de capacidades en el sector financiero requiere incluir acciones en áreas tales como:

- **Fortalecimiento de capacidades en evaluación de riesgo de proyectos ERNC:** se requeriría que CORFO, en conjunto con organismos internacionales expertos, promuevan el desarrollo de programas para fortalecer capacidades para incrementar el conocimiento y habilidades en el sistema financiero nacional para entender y evaluar correctamente los riesgos y oportunidades de los distintos proyectos ERNC en Chile y así ayudar a sobrellevar barreras asociadas con el financiamiento. Ello es importante considerando que cada tecnología ERNC posee una evaluación de riesgo única (por ejemplo, en biomasa un factor crítico es el abastecimiento de materia prima (combustible), tema que no lo es en el caso de la energía solar; mientras que en el caso del recurso eólico un tema crítico es su variabilidad, en la tecnología geotérmica se espera que sea continuo). Un ejemplo a mirar en ese sentido sería el proyecto llevado a cabo por la Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) de la United Nations Environmental Programme (UNEP) que desarrolla una programa de fortalecimiento de capacidades “*Capacity Building for Banks - Financing Sustainable Energy*” para mejorar el conocimiento y habilidades de los profesionales del sector financiero privado en países en desarrollo para ayudarles a entender y evaluar riesgos y oportunidades, así como sobrepasar barreras de percepción asociadas con el financiamiento de tecnologías renovables.<sup>74</sup>
- **Capacitación sobre las experiencias, ventajas y desventajas asociadas a distintos modelos de financiamiento exitosos a las ERNC:** CORFO, en conjunto con organismos/agencias multilaterales de financiamiento, podría llevar a cabo una revisión sobre las experiencias, ventajas y desventajas asociadas a distintos modelos de financiamiento exitosos a las ERNC en el mundo con el fin de identificar factores críticos a ser abordados para ser replicados en el contexto chileno.

---

<sup>74</sup> Para mayor información ver website de la Sustainable Energy Finance Initiative: <http://sefi.unep.org/english/home/projects.html>.

- **Capacitación en los distintos tipos de instrumentos de financiamiento para las ERNC:** CORFO, en asociación con organismos internacionales especializados, podrían promover el desarrollo de programas de capacitación para el sistema financiero nacional sobre los diversos instrumentos disponibles y enfoques para el financiamiento de proyectos en base a tecnologías ERNC. Nuevamente surge como un ejemplo a mirar un proyecto llevado a cabo por la Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) de la United Nations Environmental Programme (UNEP) “*Assessment of Financial Risk Management Instruments for Renewable Energy Projects*” que examina diversos instrumentos y enfoques existentes al la gestión de riesgo financiero en las tecnologías renovables y sugiere formas de nuevos instrumentos que podrían ser desarrollados en asociación con instituciones financieras del sector público y privado.<sup>75</sup>
- **Regulación y tramitación a los proyectos ERNC:** considerando que la regulación sobre las ERNC en Chile es relativamente nueva y, como se desprende de la sección 3.2.2, afecta en forma distinta a diferentes tecnologías ERNC, se hace importante fortalecer capacidades en temas tales como: cómo afectan al riesgo de los proyectos en sus distintas fases los diversos cambios a la ley eléctrica, los cambios en la regulación ambiental y las exigencias de los permisos ambientales; la regulación respecto a uso de suelo; la aparición y resolución de posibles conflictos, entre otros temas relevantes.

Con todo se requieren avances tanto en la identificación y articulación de nuevos instrumentos de financiamiento que se podría adoptar en Chile así como en el fortalecimiento de capacidades al interior de los organismos financieros mismos. Para ello, el apoyo de entidades internacionales más experimentadas en el financiamiento de las ERNC como es el BID así como la experiencia que vaya surgiendo en otros países en ese sentido surge como importante.

#### **4.4. Fortalecimiento de capacidades locales**

Dado que las ERNC involucran energías jóvenes y con un rango de reducción de costos amplio, ellas poseen un potencial importante para la creación de nuevas áreas de negocios y nuevos mercados, carreras profesionales y técnicas nuevas así y como nuevas fuentes de trabajo<sup>76</sup>, algo que es poco discutido en Chile, pese a su importancia. Básicamente el tema se ha relevado en la política energética como una barrera al desarrollo a las ERNC, y en particular debido a la falta de prestadores de bienes y servicios locales. Sin embargo, la necesidad de formación de capacidades para capturar la totalidad de los beneficios asociados a las ERNC es un tema mucho más amplio y que involucra distintos ámbitos que se identifican a continuación.

**Capacidades técnicas:** En un ámbito, se requiere desarrollo de capacidades en preparar los cuadros técnicos para disminuir los gaps tanto en la oferta y demanda, en los sectores público y privado y en los distintos niveles, incluyendo: capital humano de alto nivel capaz de participar en redes de investigación internacionales con centros de excelencia; profesionales capaces de innovar y adaptar tecnologías a la realidad local; profesionales y técnicos capaces de instalar, operar y mantener la tecnología; profesionales capaces de desarrollar los sistemas de medición y certificación adecuados a lo largo de toda la cadena de valor. Ello permitirá fortalecer el desarrollo del mercado, en forma eficiente disminuyendo los costos de los proyectos. La reciente creación del Centro de Energías Renovables (CER) se considera un hito en ese sentido ya que entre sus funciones apunta a abordar este tema. No obstante el desarrollo de capacidades requiere de muchas más acciones, concretas y en forma urgente. La ventana de oportunidad para ser capaces de maximizar los beneficios de las ERNC incluyendo el desarrollo de un polo tecnológico y empleo de calidad ayudando así a insertar a Chile en la sociedad del conocimiento, uno de los grandes desafíos país, para estos años, no es permanente en el tiempo.

---

<sup>75</sup> Para mayor información ver website de la Sustainable Energy Finance Initiative: <http://sefi.unep.org/english/home/projects.html>).

<sup>76</sup> Comunian F, 2007

De acuerdo a un estudio de Fundación Chile, para acelerar la creación de capacidades y el acceso “en tiempo real” al vertiginoso desarrollo de las tecnologías de ERNC, se deben explorar mecanismos distintos a los usados hasta ahora. La implementación de programas agresivos de formación de postgrado de profesionales chilenos en entidades de excelencia, con programas de regreso asegurados en entidades de innovación y alianzas con centros internacionales de prestigio en proyectos de innovación abierta, lo cual podría disminuir el rezago que muestra nuestro país en este tema y ganar 20 ó 30 años de know how acumulado en poco tiempo, surgen como importantes. Asimismo, la exploración de mecanismos innovadores de participación en etapas tempranas en desarrollos tecnológicos internacionales.<sup>77</sup> En cuanto al sector empresarial, una ayuda concreta que se ha planteado sería establecer un subsidio a las empresas para el fortalecimiento de capacidades en energías renovables.<sup>78</sup>

**Capacidades en el sector financiero:** Como aborda en mayor detalle la sección 4.3, la formación de capacidades en el sector financiero sobre las distintas tecnologías ERNC es crucial para lograr una correcta evaluación financiera y asignar el riesgo adecuado a los proyectos así y como en la identificación y articulación de nuevos instrumentos de financiamiento (ver sección 4.3 para mayor detalle en este punto) es urgente.

**Capacidades en el sector público:** como plantea la sección 4.1, la formación de capacidades también requiere, crucialmente, el fortalecimiento de capacidades en el sector público. El tema de la nueva política energética chilena recién se está comenzando a elaborar y discutir. Los cambios regulatorios e instrumentos de incentivos a las ERNC son muy recientes y por lo tanto existe falta de comprensión cabal de cómo en efecto operará el mercado y por lo tanto de cuáles son los mejores mecanismos/ajustes que se deberán realizar para desarrollar el sector de acuerdo a los desafíos locales y globales de los próximos años. La formulación e implementación de las políticas de apoyo es complejo y requiere de reguladores altamente capacitados para comprender el amplio rango de factores políticos, regulatorios, técnicos, financieros, y organizacionales que influyen la viabilidad de las tecnologías renovables. Asimismo, el fortalecimiento de capacidades en medir y capturar externalidades de las distintas opciones tecnológicas en el contexto de la transición hacia una economía baja en carbono también surge en forma urgente. Ello considerando que las tecnologías ERNC se encuentran en diversos grados dentro de su curva de aprendizaje y por lo tanto sujetas a cambios.

Con todo, el fortalecimiento de capacidades en sus distintos ámbitos surge como un tema clave para un desarrollo pleno y eficiente de las energías renovables en Chile. Un programa de desarrollo de capacidades integral en torno a las ERNC es desafiante pues supone una fuerte coordinación entre los distintos ámbitos. En el nivel local requiere fuerte coordinación de la política pública incluyendo al menos, la Política Energética, la Política Ambiental, la Política de Desarrollo Productivo, la Política de Educación, y la Política de Ciencia y Tecnología y de Innovación. Asimismo supone una fuerte coordinación de las organizaciones públicas con el sector privado (sector financiero y empresarial) y el sector académico. A nivel internacional supone coordinación de los actores nacionales relevantes con organizaciones multilaterales especializadas tanto en temas de financiamiento como de desarrollo tecnológico e innovación.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

Chile hace algunos años decidió comenzar a promover el desarrollo de las ERNC. Entre los principales objetivos de política buscados con la incorporación de las ERNC en la matriz eléctrica se incluyen el aumento de la oferta energética, la seguridad energética y el cumplimiento de objetivos ambientales y de equidad. Con este fin el gobierno ha comenzado a

---

<sup>77</sup> Fundación Chile, 2008

<sup>78</sup> Wilfredo Jara, Gerente de Sustentabilidad ENDESA-ECO, Comunicación personal, Diciembre 2009

implementar diversas acciones para desarrollar el mercado de las ERNC, destacando entre ellas cambios regulatorios como las leyes Corta I y III, la introducción de instrumentos de incentivo como los subsidios a la pre-inversión, los créditos blandos, instrumentos de garantía, entre otros. Asimismo, destacan cambios institucionales clave como la conformación del Ministerio de Energía y del CER, y la generación de información con respecto a aspectos administrativos y técnicos a las ERNC, entre los más importantes.

Si bien estos cambios son muy recientes y no es posible aislar el favorable efecto sobre el desarrollo sectorial dado por el cambio tecnológico en las ERNC y el alto precio de los combustibles fósiles de los últimos años, sí es claro que el actual ambiente nacional en torno a las ERNC en Chile ha sido recibido positivamente por el sector privado. Actualmente se habrían duplicado los MW instalados en ERNC en la matriz eléctrica nacional con respecto al año 2005 alcanzando hacia fines de 2009 cerca del 4% de la capacidad instalada y con un número importante de proyectos en el portafolio de Proyectos de Energías Renovables de CORFO.

Existe consenso en que estas acciones constituyen un avance importante para la promoción de las ERNC en el país. Los cambios regulatorios, a través de asegurar conexión a la red y eximir de pago de peajes y, crucialmente, la creación de una demanda forzada, han permitido la incorporación de las ERNC en la matriz eléctrica chilena. Los instrumentos de incentivo fiscal, a su vez, han facilitado el financiamiento a la pre-inversión de proyectos ERNC así como acceso al financiamiento de los proyectos mismos, a través de los créditos blandos y los instrumentos de garantía, en un contexto donde la banca nacional simplemente no estaba financiando proyectos ERNC. El problema de financiamiento se torna especialmente agudo para aquellos proyectos vinculados a pequeños actores, ya que carecen de las garantías y/o respaldos necesarios para hacer efectivos en caso de no cumplimiento. Luego, los instrumentos financieros introducidos por el gobierno apuntan efectivamente a mejorar esta situación.

Por otro lado, existe la inquietud de que éstos esfuerzos están orientados básicamente a hoy tecnologías ya maduras y son probablemente insuficientes para lograr que muchos proyectos, especialmente aquellas en base a tecnologías con mayores niveles de inversión, bajos costos de operación y variabilidad en la generación como son los proyectos eólicos y solares - logren la estabilidad de precios de largo plazo que necesitan para materializar contratos y conseguir financiamiento en base a sus flujos de caja. De hecho la forma cómo el marco actual remunera a los proyectos ERNC - ausencia de precios de largo plazo estables con un alto riesgo de tener que salir a realizar compras y ventas en el mercado spot para dar cumplimiento a sus contratos - se traduce en que una parte importante de los proyectos eólicos en el país no logran apalancar los recursos necesarios en el sistema financiero sobre la base de los flujos de caja provenientes de la venta de energía al mercado spot. Todo lo anterior refuerza la importancia de complementar los esfuerzos ya hechos con instrumentos de apoyo adicionales con el fin de promover un desarrollo significativo del sector en el largo plazo,

Así, se identifican cuatro temas clave que requieren mayor atención para seguir desarrollando el sector ERNC en Chile. Primero, avanzar en el diseño e implementación de nuevos instrumentos para promover el sector, en particular instrumentos y enfoques que otorguen un marco de estabilidad de precios a las distintas tecnologías ERNC de acuerdo a su costo-efectividad y nivel de madurez tecnológica. Segundo, avances en la incorporación de externalidades ambientales en los costos y precios que enfrenta el sector, ya que el actual escenario de captura parcial de externalidades actúan como un freno al desarrollo de las ERNC. Tercero, avances en la disponibilidad de instrumentos de financiamiento para proyectos ERNC, ya que la falta de financiamiento se identifica como uno de los grandes cuellos de botella para el desarrollo de las ERNC en Chile. Finalmente, avances en el fortalecimiento de capacidades locales, tema aún escasamente abordado en el contexto chileno, y que requiere ser atendido en forma integral en todos sus ámbitos - recursos humanos técnicos, financieros y de formuladores de política-.

## 5.2. Recomendaciones

### 5.2.1. Recomendaciones Generales

A continuación se proveen una serie de recomendaciones para promover un desarrollo de las ERNC más significativo en Chile.

Primero, en el ámbito de las políticas de apoyo a las ERNC, entre las acciones a seguir se sugiere:

- Identificación de instrumentos de política nuevos para apoyar el desarrollo del sector en Chile, por ejemplo, del tipo precios garantizados u otra estructura que otorgue el marco de estabilización de precios de largo plazo necesario para el desarrollo de un mix de tecnologías ERNC.
- Abrir espacios de discusión informada sobre las bondades y costos de nuevos instrumentos de apoyo, identificando temas críticos para su implementación en Chile.
- Identificación y eliminación de políticas distorsionantes como son los subsidios a los combustibles fósiles (por ejemplo, discutir la continuación del Fondo de Estabilización del Petróleo y la rebaja tributaria que existe al diesel).
- Seguir promoviendo el diseño e implementación de políticas complementarias para promover el desarrollo sector en términos de educación, certificación y seguimiento.

En el ámbito de la internalización de externalidades se sugiere:

- Avances en transparentar los costos y beneficios integrales de los distintos tipos de energía en Chile de forma ir incluyéndolos plenamente en los cálculos de costos y precios enfrentados por el sector
- Identificación de instrumentos de política adecuados al contexto chileno para internalizar las externalidades

En el ámbito del acceso y disponibilidad de financiamiento se sugiere (ver siguiente sección de recomendaciones al BID para mayores detalles en este punto):

- Avances en el diseño de nuevos instrumentos de financiamiento a las ERNC. Se sugiere el Project Finance como una posibilidad inmediata a ser explorada para el caso chileno.
- Educar el sistema financiero respecto del riesgo y retorno de este nuevo mercado y de las distintas tecnologías ERNC.

Finalmente, en el ámbito de desarrollo de capacidades locales se sugiere:

- Avances en el desarrollo de un programa fuerte de desarrollo de capacidades, liderado por el CER y en forma coordinada entre todas las instituciones relevantes. Este programa debe incluir formación de capacidades en sus distintos niveles, incluyendo capital humano de alto nivel capaz de participar en redes de investigación internacionales con centros de excelencia; profesionales capaces de innovar y adaptar tecnologías a la realidad local; profesionales y técnicos capaces de instalar, operar y mantener la tecnología; profesionales capaces de desarrollar los sistemas de medición y certificación adecuados a lo largo de toda la cadena de valor; formación de capacidades en el sistema financiero sobre las distintas tecnologías ERNC para lograr una correcta evaluación financiera y asignar el riesgo adecuado a los proyectos y en el sector público en relación a las distintas tecnologías ERNC, instrumentos para su desarrollo y cuantificación y captura de externalidades.

## 5.2.2. Recomendaciones para el BID

En particular el BID podría ayudar a apalancar el desarrollo de las ERNC en Chile de diversas formas incluyendo:

- Desarrollo y articulación de nuevos instrumentos de financiamiento para las ERNC en el contexto chileno como, por ejemplo, del tipo Project Finance. Por ejemplo, a través de la co-organización de un proyecto piloto en conjunto con el gobierno de Chile, una institución técnica experimentada en ERNC y la banca privada.
- Desarrollo de instrumentos de garantía adicionales a las ya provistas por CORFO para proyectos ERNC para ayudar a disminuir el retorno exigido a estos proyectos.
- Desarrollo de estudios que evalúen las experiencias en el mundo de distintos modelos de financiamiento a las ERNC para identificar ventajas y desventajas, y factores claves que se deben abordar para ser aplicados en el contexto chileno.
- Desarrollo de programas de capacitación para las instituciones financieras relevantes en Chile (CORFO, banca privada, otros organismos internacionales) sobre distintos instrumentos y enfoques para el financiamiento de las ERNC
- En conjunto con CORFO y organismos internacionales, ayudar a desarrollar programas para fortalecer capacidades para incrementar el conocimiento y habilidades en el sistema financiero nacional para entender y evaluar correctamente los riesgos y oportunidades de los distintos proyectos ERNC en Chile y ayudar a sobrellevar barreras asociadas con el financiamiento.
- En conjunto con el CER, desarrollo de programas de capacitación y asistencia técnica sobre la regulación y tramitación a los proyectos ERNC en temas tales como: cómo afectan al riesgo de los proyectos en sus distintas fases los diversos cambios a la ley eléctrica, los cambios en la regulación ambiental y las exigencias de los permisos ambientales; la regulación respecto a uso de suelo; la aparición y resolución de posibles conflictos, etc.
- Realización de estudios que identifiquen y evalúen ventajas y desventajas de nuevos instrumentos de política para promover el desarrollo de las ERNC que podrían ser implementados en el contexto chileno
- En colaboración con las autoridades nacionales relevantes (CNE, CORFO), financiamiento de oportunidades de intercambio y foros de discusión informados entre los actores nacionales relevantes sobre posibles instrumentos y marcos para promover el sector de ERNC en Chile
- Promoción del desarrollo de metodologías para capturar externalidades de las distintas tecnologías ERNC y convencionales en Chile de forma de hacerlas comparables
- Desarrollo de estudios sobre las ventajas y desventajas de distintos instrumentos de política para avanzar en la captura de externalidades en el contexto chileno.
- Financiamiento para la capacitación de recursos humanos en el exterior en torno a las ERNC (por ejemplo, financiamiento de becas en el extranjero)
- Promover el desarrollo de un “roadmap” para las ERNC en Chile, que guíe y oriente decisiones, coordinando metas, políticas, instrumentos, actores y recursos. Los insumos detallados en los puntos anteriores podrían servir como insumos críticos para la elaboración de dicho roadmap.

## 6. Referencias Bibliográficas

Arias 2008 “*Mercado Eléctrico en Chile*” Universidad Tecnológica de Chile Inacap, Junio. Presentación power point disponible en:

[http://www.aie.cl/files/file/comites/ce/presentaciones/mercado\\_electrico\\_angel\\_arias\\_AIE.pdf](http://www.aie.cl/files/file/comites/ce/presentaciones/mercado_electrico_angel_arias_AIE.pdf)

Borregaard N. Dufey A. Rudnick H. “Documento Técnico Evaluación de los Escenarios Eléctricos” Iniciativa Escenarios Energéticos 2010-2030 “Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile”, AEE, AVINA, FFLA, FCH, UAH, UC

CENER 2007 Claves de Prefactibilidad para la Implantación de un Centro Tecnológico Especializado en Energías Renovables en la Región del Bío Bío, Chile, Presentación power point 25 Octubre 2007 , Centro Nacional de Energías Renovables

CEPAL 2009 “*La Economía del Cambio Climático en Chile: Síntesis*”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas, Santiago de Chile

CNE 2008 “*Política Energética: Nuevos Lineamientos*” Comisión Nacional de Energía, Santiago de Chile

CNE 2009a “Ministro Tokman visita perforación profunda geotérmica en Apacheta” Comunicado de prensa Comisión Nacional de Energía, 3 de Septiembre, Santiago, Disponible en:  
[http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02\\_Noticias/noticia\\_detalle.jsp?noticia=/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/FNoti\\_03septiembre2009.html](http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02_Noticias/noticia_detalle.jsp?noticia=/02_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/FNoti_03septiembre2009.html)

CNE 2009b “Gobierno presentó los alcances de las bases de licitación de los concursos solares para el Norte Grande” Comunicado de prensa Comisión Nacional de Energía, 4 de Diciembre, Santiago, Disponible en:  
[http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/index/noticia\\_detalle.jsp?noticia=/02\\_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/f\\_noti\\_0412009.html&nom=ERNC](http://www.cne.cl/cnewww/opencms/02_Noticias/10.0.1.1.energia/index/noticia_detalle.jsp?noticia=/02_Noticias/10.0.1.1.energia/10.0.1.1.3.ernc/f_noti_0412009.html&nom=ERNC)

CNE/GTZ 2009 “*Las energías Renovables No convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno*”, Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmgH

Comunian F 2007 Experiencias Internacionales en el Fomento de las Energías Renovables para Generación Eléctrica en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”, Santiago, Diciembre

CORFO (2010) *Tasas de Interés Líneas Bancarias de Intermediación Financiera*, Gerencia de Intermediación Financiera, CORFO

Chatham House, NEF, SEFI 2009 *Private Financing of Renewable Energy – a guide for policy makers*, Chatham House, New Energy Finance Sustainable Energy Finance Initiative of the United Nations Environmental Programme (UNEP)

Dufey (por publicar) *Oportunidades y Barreras Domésticas a las Energías Limpias en Chile*”, International Institute for Sustainable Development

EREC 2008 “*Renewable Energy Technology Roadmap 20% by 2020*” European Renewable Energy Council, Brussels

Escenarios Energéticos 2030, 2010 Escenarios Energéticos Chile 2030- Construyendo Escenarios y Desafiando Paradigmas-: Resultados y Conclusiones del Proceso. Asociación de Empresas Eléctricas, AVINA, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Chile, Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile, Mayo.

Fundación Chile 2008 “*Tendencias Tecnológicas y Oportunidades para Chile en Energías Renovables No Convencionales*”, Fundación Chile, Santiago

Fraunhofer 2005 “*Monitoring and Evaluation of Policy Instruments to Support Renewable Electricity in EU Member States*”, Fraunhofer Institute System und Innovationsforschung, Alemania

- Galaz R (2007) Análisis de beneficios y barreras para la generación eléctrica con energías renovables no convencionales con posterioridad a la Ley Corta II, en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”, Santiago, Diciembre
- García J. 2009 Innovación y Energías Renovables: lecciones a partir del programa de apoyo CNE-CORFO, presentación power point en Taller EERR e Innovación, 18 Noviembre
- IEA 2009 *Chile Energy Policy Review*, International Energy Agency, Paris
- IEA 2008 World Energy Outlook 2008. International Energy Agency, Paris
- IEA 2004, *Renewable Energy: Market and Policy Trends in IEA Countries*. International Energy Agency, Paris, France
- Jessen K, 2005, Clean Energy: an emerging opportunity, Renewable Energy Trust
- LyD 2008 “*Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética*” Temas Públicos No 885, Instituto Libertad y Desarrollo, Septiembre
- Maldonado y Herrera 2007 “*Sostenibilidad y Seguridad de Abastecimiento Eléctrico: estudio de caso de Chile con posterioridad a la Ley 20.018*”, CEPAL, Santiago
- Martinot E., Chaurey, A., Lew, D., Moreira, J., and Wamukonya, N., 2002. *Renewable Energy Markets in Developing Countries*. Annual Review of Energy and the Environment 27: 309-48
- Pollitt M (2004) *Electricity Reform in Chile Lessons for Developing Countries*, Center for Energy and Environmental Policy Research (CEEPR), University of Cambridge, September. Disponible en: <http://tisiphone.mit.edu/RePEc/mee/wpaper/2004-016.pdf>
- PRIEN 2008 *Estimación del Potencial de Ahorro de la energía Mediante el Mejoramiento de la Eficiencia Energética de los Distintos Sectores* Programa de Estudios e Investigaciones en Energía Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, Santiago, Enero
- PROGEA (2009) *Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación* Programa de Gestión y Economía Ambiental del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, Junio, Santiago de Chile;
- REEEP 2008 *REEEP's Approach to Innovative Clean Energy Financing*, Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership. Disponible en: <http://www.reeep.org/index.php?id=31&special=showHotTopic&iHotId=118>
- REN21 2009 *Renewables Global Status Report 2009 Update* Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century, Paris
- REN21 2007 *Global Status Report*, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century Secretariat, Paris and WorldWatch Institute , Washington DC
- Samaniego J (2009) *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile
- Steinacker M. 2007, *Desafíos para Alcanzar un 15% de Aumento de la Capacidad Instalada con Energías Renovables No Convencionales al 2010*, en PNUD-Endesa-Eco “Energías Renovables y Generación Eléctrica en Chile”. Temas de Desarrollo Humano Sustentable No13, Santiago, Diciembre
- Tokman 2009 “Matriz Eléctrica 2010-2030” presentación power point en Seminario Iniciativa Matriz Energética 2010-2030: Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile” organizado por la Asociación de Empresas Eléctricas, Fundación Avina, Fundación Futuro Latinoamericano, Fundación Chile y Universidad Alberto Hurtado, Santiago, 8 de Septiembre de 2009.

Chatham House, NEF, SEFI 2009 *“Private Financing of Renewable Energy – a guide for policy makers”*, Chatham House, New Energy Finance Sustainable Energy Finance Initiative of the United Nations Environmental Programme (UNEP)

Wisner, Ryan, Steven Pickle, and Joseph Eto. 1998. *Details, Details... The Impact of Market Rules on Emerging “Green” Energy Markets*. LBNL-41812. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.